



PENLY

2020

Bilan rédigé au titre de l'article 4.4.4 de

Sommaire

<u>1. </u>	LE CENTRE NUCLEAIRE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE DE PENLY EN 2020	5
1.1	CONTEXTE	5
1.2	LE CNPE DE PENLY	5
1.2.1		5
	Les arrets de tranches	6
1.3	MODIFICATIONS APPORTEES AU VOISINAGE DU CNPE DE PENLY	7
1.4	ÉVOLUTIONS SCIENTIFIQUES SUSCEPTIBLES DE MODIFIER L'ETUDE D'IMPACT	7
1.5	BILAN DES INCIDENTS DE FONCTIONNEMENT ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR L'ENVIRONNEMENT	7
1.5.1		8
1.5.2		8
2 1	PRELEVEMENTS D'EAU	9
<u>2. </u>	PRELEVEIVIENTS D EAU	<u> </u>
2.1	PRELEVEMENT D'EAU DESTINEE AU REFROIDISSEMENT	11
2.2	PRELEVEMENT D'EAU DESTINEE A L'USAGE INDUSTRIEL	11
2.3	PRELEVEMENT D'EAU DESTINEE A L'USAGE DOMESTIQUE	12
2.4	COMPARAISON PLURIANNUELLE, PREVISIONNEL, VALEURS LIMITES ET MAINTENANCE	12
2.4.1	COMPARAISON PLURIANNUELLE ET AU PREVISIONNEL DES PRELEVEMENTS D'EAU POUR 2020	12
2.4.2	COMPARAISON AUX VALEURS LIMITES	13
2.4.3	PRINCIPALES OPERATIONS DE MAINTENANCE INTERVENUES SUR LES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES DE	
PRELE	EVEMENTS	13
2.4.4	OPERATIONS EXCEPTIONNELLES DE PRELEVEMENTS	13
<u>3.</u> <u>I</u>	RESTITUTION ET CONSOMMATION D'EAU	14
3.1	RESTITUTION D'EAU	14
3.2	CONSOMMATION D'EAU	15
3.2.1	. CUMUL MENSUEL	15
<u>4. ı</u>	REJETS D'EFFLUENTS	16
4.1	REJETS D'EFFLUENTS A L'ATMOSPHERE	17
	REJETS D'EFFLUENTS A L'ATMOSPHERE RADIOACTIFS	17
4.1.2		22
4.1.3		23
4.1.4		
	LUENTS A L'ATMOSPHERE	24
	OPERATIONS EXCEPTIONNELLES DE REJETS D'EFFLUENTS A L'ATMOSPHERE	24
	REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES	25
	REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES RADIOACTIFS	25
	REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES CHIMIQUES	30

4.2.3	PRINCIPALES OPERATIONS DE MAINTENANCE INTERVENUES SUR LES EQUIPEMENTS ET	
OUV	RAGES DE REJETS LIQUIDES	41
4.2.4	OPERATIONS EXCEPTIONNELLES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES	42
4.3	REJETS THERMIQUES	42
4.3.1	En conditions climatiques normales	42
4.3.2	COMPARAISON AUX LIMITES	44
4.3.3	PRINCIPALES OPERATIONS DE MAINTENANCE INTERVENUES SUR LES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES DE REJET:	S
THERN	MIQUES	44
<u>5.</u>	SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT	45
5.1	SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE DANS L'ENVIRONNEMENT	4!
5.1.1	Surveillance de la radioactivite ambiante	4
5.1.2	Surveillance du compartiment atmospherique	48
5.1.3	Surveillance du milieu terrestre	50
5.1.4	Surveillance des eaux de surface (eau de mer)	5
5.1.5	Surveillance du milieu aquatique	5
5.2	SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES	5
5.2.1	Surveillance radiologique des eaux souterraines	5
5.2.2	Physico-chimie des eaux souterraines	5
5.3	SURVEILLANCE DES EAUX DE SURFACE	5
5.3.1	DOMAINE PELAGIQUE	5
5.3.2	Surveillance halieutique	5.
5.3.3	CONCLUSION GENERALE	5
5.4	ACOUSTIQUE ENVIRONNEMENTALE	5
<u>6.</u>	ÉVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE DES REJETS DE L'INSTALLATION	58
<u>7.</u>	GESTION DES DECHETS	61
7.1	LES DECHETS RADIOACTIFS	6:
7.2	LES CATEGORIES DE DECHETS RADIOACTIFS	6
7.3	LE TRANSPORT DES DECHETS	6
7.4	LES QUANTITES DE DECHETS ENTREPOSEES AU 31/12/2020	6
7.5	LES DECHETS NON RADIOACTIFS	6
8.	ABREVIATIONS	68

1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de PENLY en 2020

1.1 Contexte

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

Dans ce cadre, tous les sites nucléaires d'EDF disposent d'un système de management de l'environnement certifié « ISO14001 ».

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

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 2020 du CNPE de PENLY en matière d'environnement.

1.2 Le CNPE de PENLY

1.2.1 Description et historique

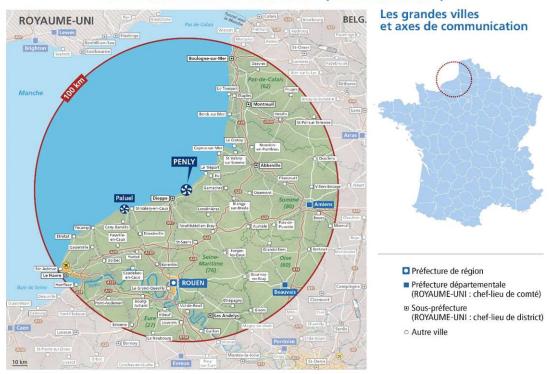
Les installations nucléaires de base du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Penly sont implantées sur la commune de Petit-Caux à Saint Martin-en-Campagne et à Penly, dans le département de la Seine-Maritime (76), à 15 km au nord de Dieppe. Elles couvrent une superficie de 230 hectares sur la côte de la Manche. Les premiers travaux d'aménagement ont eu lieu en 1980.

Au 31 décembre 2020, le CNPE de Penly comptait 783 salariés EDF, dont 21 nouveaux embauchés durant l'année. Par ailleurs, 346 salariés d'entreprises partenaires y exercent une activité permanente. Pour réaliser les arrêts programmés pour maintenance des unités, entre 400 et 900 intervenants viennent renforcer les équipes sur place en fonction du type d'arrêt.

Le CNPE de Penly compte deux unités de production d'électricité en fonctionnement :

- une unité de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 1 300 mégawatts électriques, refroidie par la Manche, Penly 1, mise en service en 1990. Ce réacteur constitue l'installation nucléaire de base (INB) n° 136 ;
- une unité de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 1 300 mégawatts électriques, refroidie par la Manche, Penly 2, mise en service en 1992. Ce réacteur constitue l'INB n° 140.

CENTRALE NUCLEAIRE DE PENLY (SEINE-MARITIME)



Les 58 réacteurs français actuellement en exploitation appartiennent à la même technologie, appelée « réacteur à eau pressurisée » (REP) et déployée dans l'hexagone entre 1977 et 1999. La centrale de Penly fait donc partie d'un parc standardisé qui permet de mutualiser les ressources d'ingénierie, d'exploitation et de maintenance et de disposer d'un retour d'expérience important, applicable à l'ensemble des sites.

1.2.2 Les arrêts de tranches

Trois types d'arrêts de réacteur sont programmés tous les 18 mois, pour recharger le combustible et réaliser la maintenance de toutes les installations :

- l'arrêt pour simple rechargement du combustible ;
- la visite partielle, consacrée au rechargement du combustible, mais aussi à un important programme périodique de maintenance ;
- la visite décennale, qui conclut des contrôles approfondis et réglementaires des principaux composants que sont la cuve du réacteur, le circuit primaire et l'enceinte du bâtiment réacteur.

Les arrêts de tranches rythment la vie du CNPE et ont un impact direct sur les rejets et consommations du site.

En arrêt, une tranche consommera moins d'eau de refroidissement. En outre certaines opérations de maintenance génèrent des rejets d'effluents liquides ou gazeux.

1.3 Modifications apportées au voisinage du CNPE de PENLY

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2020, aucune modification industrielle particulière au voisinage du CNPE de Penly n'a été identifiée.

1.4 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.

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

En 2004, le CNPE de Penly 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 Penly 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, et ainsi dans toutes les décisions quotidiennes du CNPE de Penly. 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 Penly 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.

1.5.1 Bilan des évènements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de PENLY en 2020.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE 20-001	11/02/2020	Cumul annuel d'émission de SF6, (gaz à effet de serre) supérieur à 100 kg en 2020.	Le site a lancé un plan d'action visant à optimiser le délai de détection et d'intervention sur les fuites.
ESE 20-002	27/04/2020	Défaut d'organisation dans la mise en œuvre du référentiel d'exploitation de l'aire TFA, entrainant une détection tardive d'anomalies d'entreposage.	L'équipe en charge de l'exploitation de l'aire TFA a procédé à une refonte des documents d'exploitation en impliquant les intervenants afin de renforcer la maîtrise du référentiel.
ESE 20-003	18/07/2019	Evacuation de déchets de décapage provenant d'une bâche TER dans une filière conventionnelle.	Les bâches TER sont désormais classées ZPPDN (Zone Possible de Production de Déchets Nucléaires). Le référentiel de gestion des déchets a été mis à jour.
ESE 20-004	23/06/2020	Cumul annuel d'émission de fluides frigorigènes supérieur à 100 kilogrammes en 2020.	Le taux de fuites technologiques (inévitables) est important, de l'ordre de 80%. Le CNPE a réalisé une étude approfondie et a sollicité les instances nationale afin d'optimiser les matériels installés.

1.5.2 Bilan des incidents de fonctionnement

En 2020, aucun dispositif de traitement des effluents et de prélèvement, de mesure ou de surveillance n'a connu de défaillance récurrente ou prolongée susceptible d'impacter l'environnement.

2. 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 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, 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, à une température légèrement plus élevée.

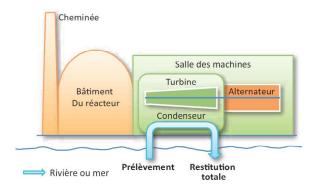


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

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

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la totalité de l'eau prélevée pour le refroidissement est restituée à la mer pour les installations en circuit ouvert.

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

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

2.1 Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée au refroidissement de l'année 2020.

	Prélèvement d'eau (en m³)
Janvier	251 953 200
Février	233 863 200
Mars	241 023 600
Avril	243 280 800
Mai	198 961 200
Juin	123 552 000
Juillet	127 670 400
Août	193 993 200
Septembre	194 263 200
Octobre	222 310 800
Novembre	242 452 800
Décembre	251 290 800
TOTAL	2 524 615 200

2.2 Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel de l'année 2020.

	Prélèvement d'eau
	(en m³)
Janvier	37 682
Février	14 831
Mars	21 859
Avril	17 778
Mai	26 433
Juin	30 824
Juillet	13 806
Août	21 457
Septembre	35 959
Octobre	39 637
Novembre	19 384
Décembre	14 070
TOTAL	293 720

2.3 Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique

Le cumul annuel des prélèvements d'eau potable destinée à usage domestique pour l'année 2020 est de 24 895 m³ le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destiné à l'usage domestique de l'année 2020.

	Prélèvement d'eau (en m³)
Janvier	1 741
Février	1 669
Mars	1 584
Avril	1 317
Mai	2 123
Juin	2 578
Juillet	1 925
Août	2 309
Septembre	2 224
Octobre	1 639
Novembre	1 772
Décembre	4 014
TOTAL	24 895

2.4 Comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance

2.4.1 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2020

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2018 à 2020 avec la valeur du prévisionnel 2020.

Année	Milieu	Volume (milliers de m³)		
2018		2 594		
2019	Eau de mer : La Manche	2 498		
2020	Lau de mei . La manche	2 525		
Prévisionnel 2020		2 700		
2018		267		
2019	Eau de rivière	285		
2020	Lau de liviele	294		
Prévisionnel 2020		280		

<u>Commentaires</u>: Le volume annuel d'eau prélevé dans le milieu « eau de mer » est inférieur au prévisionnel pour l'année 2020 en raison de la prolongation de l'arrêt de la tranche 1.

Le volume annuel d'eau prélevé dans le milieu « eau de rivière » est supérieur au prévisionnel défini pour l'année 2020. Cela s'explique par plusieurs aléas techniques rencontrés lors du redémarrage de la tranche 1.

2.4.2 Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés en 2020 avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n° 2008-DC0089.

	Limites de pré	lèvement	Prélèv	Unité	
Milieu	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
	Débit instantané	400	400	356	m³/h
Rivière	Volume journalier	9 600	8400	2848	m³
	Volume annuel	600 000	294000	/	m³

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

2.4.3 Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements

L'année 2020 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.

Durant l'année 2020, le CNPE de Penly a réalisé deux campagnes de dragage du chenal d'amenée :

- Du 21/01/2020 au 24/03/2020, avec 30 000 m3 de sable et sédiments dragués.
- Du 01/07/2020 au 14/09/2020, avec 55 800 m3 de sable et sédiments dragués.

Le déversement des sédiments a été réalisé dans une zone de 500m autour du point de coordonnées géographiques : 01°05'35"E et 49°57'55"N, conformément à la décision 2008-DC-0090.

2.4.4 Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Penly n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans la mer et dans la rivière en 2020.

3. Restitution et consommation d'eau

3.1 Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Penly pour l'année 2020 est présentée dans le tableau ci-dessous.

Le pourcentage de restitution est obtenu par comparaison entre le volume prélevé par type d'eau et la restitution par type d'effluent :

- Le prélèvement d'eau de mer comparé aux rejets d'eaux de refroidissement
- Le prélèvement d'eau douce (eau potable et eau de l'Yères) comparé aux rejets industriels eux-mêmes composés : des réservoirs Ex, T et S, des stations d'épuration (STEP) et des effluents de la station de déminéralisation (SDA)

		Eaux de	Rej	Unités			
		refroidissement	Ex, T et S	STEP SDA	Arrosage pompes CRF		
	Janvier	251953	12,3	2,4	3,0		
	Février	233863	7,1	1,5	2,8		
əlle	Mars	241024	7,9	2,0	2,9		
ene	Avril	243281	7,5	1,7	2,9		
ens	Mai	198961	9,8	1,8	2,5		
Restitution mensuelle	Juin	123552	3,8	1,4	1,4	milliers	
ion	Juillet	127670	4,0	1,2	1,5	de m ³	
ţ	Août	193993	10,5	2,9	2,3		
sti	Septembre	194263	10,2	2,8	2,3		
Re	Octobre	222311	19,9	3,6	2,6		
	Novembre	242453	7,5	2,4	2,9		
	Décembre	251291	10,0	1,2	3,0		
type de ion	Restitution au milieu aquatique	2 524 615	111	25	30	milliers de m³	
TOTAL par type de restitution	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	100		%			
	Restitution au milieu aquatique		2 524 934	milliers de m³			
TOTAL	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	99,99					

3.2 Consommation d'eau

3.2.1 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 2020.

	Consommation d'eau (en m3)
Janvier	21758,00
Février	5108,36
Mars	10656,24
Avril	6987,40
Mai	14409,00
Juin	26738,00
Juillet	8999,00
Août	8587,00
Septembre	22902,04
Octobre	15117,38
Novembre	8403,58
Décembre	3876,00
TOTAL	153 542

Les fluctuations mensuelles sont liées à l'activité des tranches.

4. 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,
 - Autres produits de fission ou d'activation,
 - o 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.

4.1 Rejets d'effluents à l'atmosphère

4.1.1 Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

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

4.1.1.1 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 décision (SD) 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.

4.1.1.2 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).

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				
lodes	131				
lodes	133				
	⁵⁸ Co				
Produits de fission et	⁶⁰ Co				
d'activation	¹³⁴ Cs				
	¹³⁷ Cs				

¹ D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN : « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le 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. »

4.1.1.3 <u>Cumul mensuel</u>

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère sont donnés dans le tableau suivant.

	⁴¹ Ar	⁸⁵ Kr	^{131m} Xe	¹³³ Xe	¹³⁵ Xe	^{85m} Kr	¹³¹	¹³³	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)
Janvier	4,67 ^{E-1}	2,79 ^{E-2}	50,4	28,7	9,10	0	1,58 ^{E-3}	5,48 ^{E-3}	5,93 ^{E-5}	8,86 ^{E-5}	5,03 ^{E-5}	6,79 ^{E-5}
Février	4,72	0	1,89 ^{E2}	32,9	21,8	0	1,29 ^{E-3}	1,83 ^{E-3}	6,89 ^{E-5}	1,09 ^{E-4}	6,78 ^{E-5}	7,85 ^{E-5}
Mars	2,41	6,66 ^{E-2}	6,70 ^{E-3}	31,5	16,9	0	3,69 ^{E-4}	2,07 ^{E-3}	9,08 ^{E-5}	1,37 ^{E-4}	9,74 ^{E-5}	1,01 ^{E-4}
Avril	1,83	5,58 ^{E-2}	6,87 ^{E-3}	30,5	17,1	0	3,29 ^{E-4}	1,73 ^{E-3}	8,37 ^{E-5}	1,32 ^{E-4}	8,48 ^{E-5}	9,77 ^{E-5}
Mai	5,34	7,82 ^{E-3}	138	33,0	18,2	0	3,18 ^{E-4}	1,85 ^{E-3}	6,95 ^{E-5}	1,25 ^{E-4}	6,75 ^{E-5}	8,04 ^{E-5}
Juin	1,28	0	0	28,2	19,9	0	3,65 ^{E-4}	1,86 ^{E-3}	1,24 ^{E-4}	1,48 ^{E-4}	1,14 ^{E-4}	1,33 ^{E-4}
Juillet	8,44 ^{E-1}	3,53 ^{E-2}	5,80 ^{E-3}	26,2	19,2	0	3,43 ^{E-4}	1,78 ^{E-3}	1,32 ^{E-4}	1,59 ^{E-4}	1,42 ^{E-4}	1,57 ^{E-4}
Août	1,01	1,04 ^{E-2}	9,86 ^{E-3}	24,7	17,6	0	3,37 ^{E-4}	1,96 ^{E-3}	1,45 ^{E-4}	1,53 ^{E-4}	1,35 ^{E-4}	1,57 ^{E-4}
Septembre	1,45	2,08 ^{E-2}	2,23 ^{E-3}	25,7	18,1	0	3,84 ^{E-4}	1,96 ^{E-3}	1,31 ^{E-4}	1,58 ^{E-4}	1,37 ^{E-4}	3,46 ^{E-4}
Octobre	14,7	0	0	27,8	19,9	7,52 ^{E-4}	4,56 ^{E-4}	2,26 ^{E-3}	1,54 ^{E-4}	1,70 ^{E-4}	1,58 ^{E-4}	1,77 ^{E-4}
Novembre	1,50	4,24 ^{E-2}	4,57 ^{E-3}	29,7	20,9	0	3,12 ^{E-3}	2,14 ^{E-3}	1,59 ^{E-4}	1,94 ^{E-4}	1,63 ^{E-4}	1,76 ^{E-4}
Décembre	2,46	0	0	29,8	21,2	0	4,06 ^{E-4}	2,14 ^{E-3}	1,57 ^{E-4}	1,82 ^{E-4}	1,50 ^{E-4}	1,77 ^{E-4}
TOTAL ANNUEL	38,0	2,67 ^{E-1}	189	348	220	7,52 ^{E-4}	9,29 ^{E-3}	2,70 ^{E-2}	1,37 ^{E-3}	1,75 ^{E-3}	1,37 ^{E-3}	1,75 ^{E-3}

	Volumes rejetés (m³)	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités lodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,75 ^{E8}	88,6	30,7		0,0071	0,00027
Février	3,45 ^{E8}	59,5	39	135,2	0,0031	0,00032
Mars	3,59 ^{E8}	50,9	46,1		0,0024	0,00043
Avril	3,53 ^{E8}	50	43		0,0021	0,00040
Mai	3,87 ^{E8}	195	64	166	0,0022	0,00030
Juin	3,95 ^{E8}	49	85		0,0022	0,00050
Juillet	3,83 ^{E8}	46,3	88,4		0,0021	0,00060
Août	3,90 ^{E8}	43,2	103,6	140	0,0023	0,00060
Septembre	3,73 ^{E8}	45,2	73,7		0,0023	0,00080
Octobre	3,60 ^{E8}	62,4	52,6		0,0027	0,00066
Novembre	3,63 ^{E8}	52,1	49,6	78,1	0,0053	0,00069
Décembre	3,66 ^{E8}	53,4	50,9		0,0025	0,00067
TOTAL ANNUEL	4,45 ^{E9}	795	727	519	0,0363	0,00624

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

Il a été vérifié que les rejets au niveau des cheminées annexes ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure au seuil de décision 1E-3 Bg/m3.

4.1.1.4 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2020 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2020.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)							
Année	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	lodes	Autres produits de fission et d'activation			
2017	409	699	432	0,0183	0,00289			
2018	481	670	629	0,0483	0,00346			
2019	461	721	495	0,0570	0,00310			
2020	795	727	519	0,0363	0,00624			
Prévisionnel 2020	500	800	600	0,040	0,0035			

<u>Commentaires</u>: Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2020. Des dépassements sont observés sur les PF/PA et les gaz rares, cependant ceux-ci restent très inférieurs aux limites réglementaires (PF/PA 0,0062GBq pour 0,86GBq et gaz rares 795GBq pour 4500GBq). Ces dépassements s'expliquent par les modifications des analyseurs en mars et juin 2020 suite au passage à un nouveau logiciel de comptabilisation. Les limites de détection ayant été relevées, et considérant le principe de

comptabilisation des activités rejetées égales seuils de décisions, les activités déclarées ont augmenté.

4.1.1.5 Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2020 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090.

Paramètres	Débit d'activité instantané maximal atteint à chaque cheminée en 2020					
	Limites	Débit instan	tané (Bq/s)			
C	1,12 ^{E7}	Tranche 1	1,79 ^{E5}			
Gaz rares	1,12-	Tranche 2	5,07 ^{E5}			
Tritium	1,25 ^{E6}	Tranche 1	2,93 ^{E4}			
muum	1,23	Tranche 2	2,09 ^{E4}			
lada	125	Tranche 1	0,792			
lode	125	Tranche 2	3,650			
Autres PF/PA	125	Tranche 1	0,453			
	125	Tranche 2	0,136			

Paramètres	Limites (GBq)	Résultats 2020 (GBq)
Tritium	8 000	727
Gaz rares	45 000	795
Carbone 14	1 400	519
lode	0,8	0,036
Autres PF/PA	0,8	0,0062

<u>Commentaires</u>: Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n° 2008-DC-0090. Le débit d'activité instantané maximal en lode de la tranche 2 a été marqué par une vanne inétanche dans le bâtiment réacteur, réparée au cours de l'arrêt de tranche. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n° 2008-DC-0090 tout au long de l'année 2020.

4.1.2 Evaluation des rejets diffus d'effluents à l'atmosphère radioactifs

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 sont donnés dans le tableau suivant.

	Volume (m³)	Rejets de vapeur du circuit secondaire		Rejets au des ével réserv d'entrepos effluents Ex, T	nts des voirs sage des liquides	Rejets au niveau des évents des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines	
		Tritium	lodes	Tritium	lodes	Tritium	lodes
		(Bq)	(Bq)	(Bq)	(Bq)	(Bq)	(Bq)
Janvier	1,39 ^{E4}	1,00 ^{E9}	0	1,933 ^{E7}	0	0	0
Février	1,21 ^{E4}	2,50 ^{E8}	0	6,024 ^{E7}	0	0	0
Mars	1,29 ^{E4}	8,00 ^{E8}	0	3,173 ^{E7}	0	0	0
Avril	7,49 ^{E3}	0	0	9,816 ^{E7}	0	0	0
Mai	1,48 ^{E4}	2,50 ^{E8}	0	5,875 ^{E7}	0	0	0
Juin	1,00 ^{E4}	2,50 ^{E8}	0	1,700 ^{E7}	0	1,263 ^{E7}	0
Juillet	4,94 ^{E3}	0	0	2,425 ^{E7}	0	3,588 ^{E6}	0
Août	1,84 ^{E4}	2,50 ^{E8}	0	4,782 ^{E7}	0	1,983 ^{E7}	0
Septemb re	1,02 ^{E4}	0	0	3,969 ^{E7}	0	0	0
Octobre	2,42 ^{E4}	1,00 ^{E8}	0	5,607 ^{E7}	0	0	0
Novembr e	1,25 ^{E4}	4,50 ^{E8}	0	5,036 ^{E7}	0	0	0
Décembr e	9,99 ^{E3}	0	0	6,214 ^{E7}	0	0	0
TOTAL ANNUEL	1,51 ^{E5}	3,35 ^{E9}	0	5,66 ^{E8}	0	3,61 ^{E7}	0

4.1.3 Rejets diffus d'effluents à l'atmosphère non radioactifs

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

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés. Cette activité est réalisée ponctuellement en fonction des besoins matériels.
- 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 mises en œuvre pour les limiter autant que possible.
- 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 circuits 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.

4.1.3.1 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 103h (durée cumulée des 4 moteurs), de la turbine à combustion (TAC) ayant fonctionné pendant 60h, des Diesels Ultimes Secours (DUS) ayant fonctionné 3h00 pendant au total sur les 2 tranches pour 2020 est de :

Paramètre	Unité	GES DUS	TAC	TOTAL
SOx	kg	2	1	3
NOx	kg	13451	7614	21065

4.1.3.2 Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2020, 52 m³ de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs ont été renouvelés.

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

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère		Formaldéhyde	8,6 ^E -03	1,94 ^E -04
	mg/m³	Monoxyde de carbone	8,03 ^E -03	1,81 ^E -04

4.1.3.3 <u>Rejets de substances volatiles en lien avec le conditionnement de circuits à</u> l'arrêt

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

Paramètres	Unité	TOTAL
Ammoniac	lea.	14,6
Ethanolamine	kg	5,1

4.1.3.4 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 Penly.

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

Paramètres	Unité	TOTAL	
Hydrogéno-fluoro-carbone (HFC)	I/ m	195,9	
Hexafluorure de soufre (SF6)	Kg	559,5	

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

L'année 2020 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

4.1.5 Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents à l'atmosphère

Le CNPE de Penly n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2020.

4.2 Rejets d'effluents liquides

4.2.1 Rejets d'effluents liquides radioactifs

Lorsque l'on exploite un CNPE, 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.

4.2.1.1 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 décision 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.

4.2.1.2 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).

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs liquides.

Paramètres	Radionucléides
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

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. »

4.2.1.3 <u>Cumul mensuel</u>

Le cumul mensuel des rejets d'effluents radioactifs est donné dans le tableau suivant :

	131	⁵⁴ Mn	⁶³ Ni	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	110mAg	^{123m} Te	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)
Janvier	3,89 ^{E-1}	7,64 ^{E-1}	1,25	2,63	8,69	3,36	1,51	4,46 ^{E-1}	1,26	4,39 ^{E-1}	6,85 ^{E-1}
Février	7,77 ^{E-1}	9,19 ^{E-1}	3,11	1,36	4,20	2,07	1,64	1,41	2,35	9,47 ^{E-1}	3,28
Mars	5,87 ^{E-1}	1,77	4,34	2,13	1,77 ^{E1}	7,19 ^{E-1}	4,29 ^{E-1}	6,15 ^{E-1}	1,71	6,42 ^{E-1}	7,95 ^{E-1}
Avril	1,82	2,20	2,95	2,59	1,14 ^{E1}	2,15	2,33	1,88	5,37	1,92	3,54
Mai	9,96 ^{E-1}	1,85	3,56	2,11	1,77 ^{E1}	2,82	7,11 ^{E-1}	1,03	2,85	1,06	1,34
Juin	4,85 ^{E-1}	5,56 ^{E-1}	1,34	5,77 ^{E-1}	6,21	5,42 ^{E-1}	3,64 ^{E-1}	4,92 ^{E-1}	1,42	5,13 ^{E-1}	2,30
Juillet	8,18 ^{E-1}	9,23 ^{E-1}	1,55	1,13 ^{E1}	5,04	9,21 ^{E-1}	5,66 ^{E-1}	1,01	2,38	8,82 ^{E-1}	1,39
Août	5,00 ^{E-1}	5,65 ^{E-1}	1,97	3,51	4,37	6,11 ^{E-1}	1,20	4,12	1,58	6,00 ^{E-1}	6,90 ^{E-1}
Septembre	4,98 ^{E-1}	5,91 ^{E-1}	1,59	1,17	8,89 ^{E-1}	6,11 ^{E-1}	4,06 ^{E-1}	5,25 ^{E-1}	1,59	5,52 ^{E-1}	6,65 ^{E-1}
Octobre	1,50	2,01	1,00 ^{E1}	1,14 ^{E1}	1,15 ^{E1}	1,89	1,30	1,35	4,46	1,62	2,89
Novembre	9,71 ^{E-1}	1,14	1,47	4,54	4,83	3,10	1,13	9,38 ^{E-1}	2,80	1,02	1,41
Décembre	1,58	2,80	1,21 ^{E1}	2,15 ^{E1}	2,83 ^{E1}	4,53	1,55	3,26 ^{E1}	4,90	1,77	1,98
TOTAL ANNUEL	1,09 ^{E1}	1,61 ^{E1}	4,52 ^{E1}	6,48 ^{E1}	1,21 ^{E2}	2,33 ^{E1}	1,31 ^{E1}	4,64 ^{E1}	3,27 ^{E1}	1,20 ^{E1}	2,10 ^{E1}

	Volumes rejetés (m³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités lodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	1,23 ^{E4}	1,78 ^{E3}	0,65	3,90 ^{E-4}	2,11 ^{E-2}
Février	7,08 ^{E3}	5,54 ^{E3}	4,98	7,80 E-4	2,13 ^{E-2}
Mars	7,94 ^{E3}	2,83 ^{E3}	2,63	5,90 E-4	3,08 ^{E-2}
Avril	7,49 ^{E3}	8,95 ^{E3}	7,44	1,80 E-3	3,6 ^{E-2}
Mai	9,83 ^{E3}	5,33 ^{E3}	5,87	1,00 E-3	3,5 ^{E-2}
Juin	3,81 ^{E3}	1,55 ^{E3}	0,59	5,00 E-4	1,43 ^{E-2}
Juillet	4,00 ^{E3}	2,23 ^{E3}	1,02	8,00 E-4	2,6 ^{E-2}
Août	1,05 ^{E4}	4,22 ^{E3}	1,63	5,00 E-4	1,92 ^{E-2}
Septembre	1,02 ^{E4}	3,51 ^{E3}	1,46	5,00 E-4	0,86 ^{E-3}
Octobre	1,99 ^{E4}	4,99 ^{E3}	3,39	1,50 ^{E-3}	4,84 ^{E-2}
Novembre	7,50 ^{E3}	4,06 ^{E3}	3,93	9,71 ^{E-4}	2,24 ^{E-2}
Décembre	9,99 ^{E3}	5,64 ^{E3}	5,24	1,58 ^{E-3}	1,12 ^{E-1}
TOTAL ANNUEL	1,11 ^{E5}	5,06 ^{E4}	3,88 ^{E1}	1,09 ^{E-2}	3,95 ^{E-1}

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

4.2.1.4 <u>Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel</u>

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2020 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2020.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)							
	Tritium	Carbone 14	lodes	Autres PA et PF*				
2017	58 000	48,9	0,0055	0,303				
2018	55 200	55	0,0060	0,502				
2019	53 381	49,3	0,0062	0,460				
2020	50 600	38,8	0,0110	0,395				
Prévisionnel 2020	73 000	60	0,006	0,40				

^{*}Ni⁶³ inclus

<u>Commentaires</u>: Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2020. Un dépassement est observé sur les iodes, cependant celui-ci reste très inférieur à la limite réglementaire (0,011GBq pour 0,1GBq). Ce dépassement s'explique par la modification de la voie de mesure en mars 2020 suite au passage à un nouveau logiciel de comptabilisation. La limite de détection ayant été relevée, le seuil de décision pour les rejets seuillés a également été impacté et de ce fait relevé.

4.2.1.5 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2020 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090.

	Limites annuelles d	Rejets 2020	
Paramètres	Prescriptions	Valeur (GBq)	
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	80 000	50 600
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	190	38,8
lodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,1	0,011
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	25	0,395

<u>Commentaires</u>: Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

4.2.1.6 Surveillance des eaux réceptrices

Des prélèvements d'eau de mer 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 l'activité bêta globale, 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 2020 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

		Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière			
	Paramètre analysé	Valeur moyenne mesurée en 2020	Valeur maximale mesurée en 2020	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2020	Valeur maximale mesurée en 2020	Limite réglementaire	
	Activité bêta Globale	11,4	12,6	18 Bq/L	s-O	S-O	S-O	
Eau filtrée	Tritium	278	531	1 800 Bq/L	23,4	359	900 ⁽¹⁾ Bq/L	
	Potassium* mg/L	393	430	S-O	S-O	S-O	S-O	
Matières en suspension	Activité bêta globale Bq/L	0,1	0,2	S-O	s-O	S-O	S-O	

^{*}Associé à la mesure β global

<u>Commentaires</u>: Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2020 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.

⁽¹⁾ en présence de rejets radioactifs

4.2.2 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 peuvent entraîner des rejets de cuivre et de zinc.

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

Pour lutter contre les salissures biologiques, l'eau de mer alimentant les circuits de refroidissement des sites marins est traitée, du printemps à l'automne, à l'eau de Javel (hypochlorite de sodium) produite in situ par électrolyse de l'eau de mer. Le traitement biocide des circuits ouverts de refroidissement des sites marins conduit à des rejets de composés organohalogénés dont le principal est le bromoforme.

4.2.2.1 <u>Etat des connaissances sur la toxicité de la de l'éthanolamine et de leurs</u> 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.

4.2.2.2 Rejets d'effluents liquides chimiques en mer via les bassins de rejets 1 et 2

4.2.2.2.1 Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant par les bassins de rejets est donné dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
Janvier	804	2,267	0,0304	0	240	19,7	2,8	12	0
Février	1 120	1,437	0,0237	0,67	330	60,7	2,1	7	63
Mars	113	1,500	0,0775	0,68	291	21,5	2,2	20	75
Avril	1 365	0,930	0,058	0,69	409	5,0	1,1	12	37
Mai	356	2,750	0,069	1,35	407	27,7	2,5	20	146
Juin	61	0,630	0,012	1,43	205	22,5	1,3	3,8	88
Juillet	75	0,600	0,010	1,40	296	27,2	3,1	4	380
Août	331	2,300	0,076	0,70	385	83,2	4,1	100	75
Septembre	77	2,100	0,073	0,70	306	4,2	2,2	14	60
Octobre	242	6,646	0,101	1,19	224	26,6	3,2	24	139
Novembre	465	1,392	0,027	0,67	226	4,8	0,9	13	15
Décembre	1 165	1,728	0,070	1,41	465	2,8	2,7	83	110
TOTAL ANNUEL	6 174	24,3	0,628	10,9	3 784	306	28	313	1 188

	Rejets mensuels détaillés (Kg)									
	Al	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn		
Janvier	0,12	0,03	0,13	1,17	0,03	0,03	0,01	1,29		
Février	0,13	0,02	0,17	1,01	0,05	0,03	0,02	0,67		
Mars	0,08	0,02	0,04	1,22	0,02	0,02	0,03	0,8		
Avril	0,07	0,02	0,10	0,29	0,02	0,02	0,01	0,58		
Mai	0,21	0,02	0,22	0,90	0,06	0,03	0,01	1,05		
Juin	0,12	0,01	0,1	0,52	0,02	0,01	0,01	0,56		
Juillet	0,15	0,01	0,1	1,77	0,04	0,02	0,10	0,88		
Août	0,10	0,03	0,22	1,83	0,11	0,03	0,37	1,37		
Septembre	0,10	0,03	0,09	0,97	0,03	0,03	0,01	0,99		
Octobre	0,26	0,05	0,33	0,96	0,07	0,07	0,02	1,43		
Novembre	0,08	0,02	0,13	0,29	0,02	0,02	0,01	0,35		
Décembre	0,15	0,02	0,41	1,49	0,05	0,05	0,01	0,55		

4.2.2.2.3 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides de l'année 2020 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2020.

Substances	Unité	2017	2018	2019	2020	Prévisionnel 2020
Acide borique	kg	7 090	4 230	4 785	6 174	7 900
Hydrazine	kg	0,8	1,0	0,4	0,63	0,6
Détergents	kg	17	15	16	10,9	18
Azote	kg	5 200	5 520	3 671	3 784	5 000
Ethanolamine	kg	47	21	19	24,3	20
Métaux totaux	kg	20	29	44	28	40
Phosphates	kg	210	202	173	306	200

<u>Commentaires</u>: Les rejets chimiques liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2020. Des dépassements sont observés sur trois substances : l'hydrazine, l'éthanolamine et les phosphates. Cependant, ils restent bien inférieurs aux limites réglementaires (cf, Tableau du 2.2.3.3 Comparaison aux limites). Ces dépassements s'expliquent pour plusieurs raisons évoquées ci-dessous pour chaque substance :

- Hydrazine : une nouvelle directive pour la conservation des circuits a été mise en application en 2020, avec notamment l'ajout d'hydrazine lors de l'ATF d'octobre 2020 sur la Tranche 1 (ajout de 40g). Cette directive n'était pas connue lors de l'élaboration du prévisionnel 2020.
- Ethanolamine : le volume SEK rejeté en octobre 2020 lors du redémarrage de la Tranche 1 a été plus élevé que prévu. Notamment dû au rallongement du temps d'attente à chaud.
- Phosphates : un aléa technique sur le système de réfrigération intermédiaire des auxiliaires nucléaires a nécessité des appoints et des rejets non pris en compte dans l'élaboration du prévisionnel 2020.

4.2.2.2.4 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2020 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2008-DC-0090.

	maximal	entration e ajoutée au in (mg/l)	Flux 2	24h (kg)	Flux 2h (kg)		Flux annuel	
Substances	Limites	Rejet maximal calculé	Limites	Flux 24H maximal	Limites	Flux 2H maximal	Limites	Flux annuel
Acide borique	1,7	0,18	3 300	750	1 320	150	16 400	6 174
Ethanolamine	0,01	8,1E-4	22	3,2	S-O	0,81	620	24
Hydrazine	0,001	7,1E-6	3	0,03	S-O	S-O	25	0,63
Détergents	0,27	2,1E-4	520	0,73	210	0,37	4 700	11
Azote	0,04	0,018	80	69	60	58	9 900	3 780
Phosphates	0,1	6,6E-3	200	26	160	20	840	306
Métaux totaux	0,002	3,3E-5	3,6	0,7	S-O	S-O	230	28
MES	0,09	8,1E-4	170	8	S-O	S-O	S-O	300
DCO	0,10	1,5E-2	210	120	S-O	S-O	S-O	1 800

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2020, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Penly est de 1 kg.

<u>Commentaires</u>: Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n° 2008-DC-0090.

4.2.2.3 Rejets de substances chimiques issues des circuits de refroidissement

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées à la chloration des circuits de refroidissement du CNPE de Penly pour l'année 2020.

4.2.2.3.1 Cumul mensuel

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

	Oxydant résiduel (Kg)	Bromoforme (Kg)
Janvier	1	1
Février	1	1
Mars	1	1
Avril	17 000	46
Mai	24 000	1 954
Juin	7 000	700
Juillet	12 000	0
Août	20 000	1 200
Septembre	30 000	1 900
Octobre	30 000	2 000
Novembre	30 000	2 200
Décembre	55 000	5 000

<u>Commentaires</u>: La température de l'eau est inférieure à 10°C en janvier, février et mars. La chloration est donc à l'arrêt sur cette période

4.2.2.3.2 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Les limites réglementaires relatives aux rejets des substances chimiques liées à la chloration des circuits de refroidissement sont réglementées par la décision n°2008-DC-0090.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2020 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2020.

Paramètres	Unité			Rejets a	annuels	
		2017	2018	2019	2020	Prévisionnel 2020
Oxydant résiduel	Kg	1,3 ^{E5}	1,1 ^{E5}	1,9 ^{E5}	2,3 ^{E5}	1,7 ^{E5}
Bromoforme	Kg	1,7 ^{E4}	1,2 ^{E4}	1,4 ^{E4}	1,5 ^{E4}	2,0 ^{E4}

<u>Commentaires</u>: Les rejets en bromoforme sont inférieurs au prévisionnel et les rejets en oxydant résiduel sont supérieurs au prévisionnel pour une cause identique qui est l'allongement de l'arrêt non prévu sur la Tranche 1.

4.2.2.3.3 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous présente les rejets annuels relatifs à la chloration des eaux de refroidissement pour chaque type de substance chimique.

	injectée dar	ion maximale ns les circuits ng/L)	Concer maximale a bassins	joutée aux	Flux 2	4h (kg)
Paramètres	Limites	Valeur maximale injectée	Limites	Rejet maximal calculé	Limites	Rejet maximal calculé en 24h
Oxydant résiduel	-	-	0,5	0,35	3 900	2 700
Bromoforme	-	-	0,03	9E-3	230	180
Chlore	1	0,61	-	-	-	-

4.2.2.4 Rejets d'effluents liquides chimiques via l'émissaire a (W1)

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées à la production d'eau déminéralisée du CNPE de Penly pour l'année 2020.

4.2.2.4.1 Cumul mensuel

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

	Sodium (Kg)	Chlorures (Kg)	MES (Kg)	Fer (Kg)
Janvier	1 000	4 200	6 300	210
Février	660	2 200	3 200	130
Mars	740	3 500	4 100	190
Avril	664	3 368	4 060	176
Mai	939	2 820	4 601	144
Juin	389	1 699	3 093	93
Juillet	509	1 900	2 854	123
Août	1 500	5 800	6 606	270
Septembre	1 554	4 541	8 328	279
Octobre	2 710	8 093	11 730	336
Novembre	960	4 050	5 226	191
Décembre	520	1 803	1 979	71
TOTAUX	12 145	43 974	62 077	2 213

4.2.2.4.2 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2020 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2020.

Paramètres	Unité	Rejets annuels					
Parametres	Office	2017	2018	2019	2020	Prévisionnel 2020	
Chlorures	Kg/an	45 200	42 000	47 700	43 974	45 000	
Sodium	Kg/an	14 500	13 000	16260	12 145	15 000	
Fer	Kg/an	2200	2200	2290	2 213	2 200	
Cuivre	Kg/an	100	100	100	100	100	

<u>Commentaires</u>: Les rejets d'effluents liquides chimiques sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2020.

4.2.2.4.3 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2020 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090.

Paramètres	Flux journalier (Kg/jour)					
	Limites	Flux 24h maximal de rejet en 2020				
Chlorures	1 100	843				
Sodium	830	293				
MES	1 800	1 300				
Fer	56	46				
		Flux annuel (Kg/an)				
Paramètre	Limite	Flux annuel de rejet en 2020				
Cuivre	100	100				

4.2.2.5 Rejets d'effluents liquides chimiques via le déshuileur de site

Le déshuileur de site rejette dans le chenal d'amenée les effluents traités. A chaque rejet la teneur en hydrocarbure est contrôlée. Les rejets sont ponctuels.

4.2.2.5.1 Rejets et comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous présente les rejets mensuels.

	Teneur en	Valeur limite
	hydrocarbures	à respecter
	(mg/L)	(mg/L)
Janvier	4,2	
Février	<0,1	
Mars	<0,1	
Avril	<0,1	
Mai	<0,1	
Juin	0,1	10
Juillet	<0,1	
Août	<0,1	
Septembre	1,4	
Octobre	1,2	
Novembre	6,8	
Décembre	0,3	

4.2.2.6 Rejets d'effluents liquides chimiques via les stations d'épuration de site

Le CNPE de Penly exploite 3 stations d'épuration traitant les eaux vannes du site. La teneur en DBO5 est contrôlée trimestriellement conformément à la décision ASN 2008-DC-0089.

4.2.2.6.1 Contrôle trimestriel des stations

Le tableau ci-dessous présente les résultats trimestriels des 3 stations d'épuration.

	Tr	imestre	1	Tri	mestre	2	T	rimestr	e 3	T	rimes	tre 4
	S1	S4	S5	S1	S4	S5	S1	S4	S5	S1	S4	S5
DBO5 (mg/L)	3	5	5	14	1,5	16	3	2	4,7	8	2,6	280
DCO (mg/L)	34	43	69	100	37	96	49	84	42	270	29	1 400
MES (mg/L)	14	6	4,5	59	2	14	23	4	5,2	200	3,9	640
pH (mg/L)	7,4	8	7,5	7,9	8	7,5	7,8	8,1	7,6	7,1	8,3	7,8
Azote kjeldal (mg/L)	1,8	2,1	24	9,8	1,9	52	4,4	1,5	21	16	1,4	74

4.2.2.6.2 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2020 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0089.

	DBO5 (mg/L)					
	Valeur maximale relevée (mg/L)	Valeur limite (mg/L)				
Trimestre 1	5					
Trimestre 2	16	35				
Trimestre 3	4,7	35				
Trimestre 4	280					

<u>Commentaires</u>: Le résultat du trimestre 4 réalisé sur le prélèvement du 23/12/2020 à la sortie de la station S5 montre un dépassement de la limite autorisée. L'analyse de l'évènement a conduite à déclarer un ESE de critère 02 en janvier 2021 pour dépassement d'un seuil réglementaire. Une intervention pour déboucher une canalisation SEV en amont de la station S5 est à l'origine du dépassement ponctuel de la capacité de traitement de cette station.

4.2.2.7 <u>Rejets d'effluents liquides chimiques via les émissaires a, b, c et d : eaux pluviales</u>

Au titre de la décision ASN 2008-DC-0089, le CNPE surveille :

- la teneur en hydrocarbures des eaux pluviales à fréquence bimestrielle ;
- l'activité Béta global et tritium à fréquence hebdomadaire des réseaux d'eaux pluviales a, b, c et d ;
- l'activité Béta global et tritium à fréquence trimestrielle des réseaux d'eaux pluviales e et f.

4.2.2.7.1 Contrôle bimestriel des eaux pluviales

Le tableau ci-dessous présente le suivi bimestriel de la teneur en hydrocarbure.

	W1 (a) (mg/l)	W2 (b) (mg/l)	W3 (c) (mg/l)	W4(d) (mg/l)
Janvier	<0,1	<0,1	0,47	<0,1
Mars	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mai	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Juillet	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
Septembre	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Novembre	<0,1	<0,1	0,1	<0,1

Le tableau ci-dessous présente le suivi hebdomadaire de l'activité béta global et tritium.

		/1 naximale urée	Activité	/2 maximale urée	W3 Activité maximale mesurée		W4 Activité maxima mesurée	
	Tritium (Bq/I)	Béta (Bq/I)	Tritium (Bq/I)	Béta (Bq/I)	Tritium (Bq/l)	Béta (Bq/I)	Tritium (Bq/I)	Béta (Bq/
Janvier	< 4,98	0,325	14,8	0,166	6,54	0,83	9,62	12,2
Février	< 4,92	3,930	7,16	0,151	< 5,02	1,29	< 5,89	2,11
Mars	< 5,15	6,400	6,86	1,200	7,52	1,17	< 4,98	7,92
Avril	< 4,73	0,481	6,60	0,408	< 4,46	1,20	< 4,46	7,40
Mai	6,65	0,999	< 4,89	0,178	< 5,26	0,82	7,17	0,39
Juin	< 5,09	0,937	< 5,01	1,440	< 4,97	1,37	< 6,07	3,03
Juillet	< 4,97	5,830	< 5,26	0,366	< 5,43	1,85	< 4,88	11,6
Aout	< 5,18	0,751	< 5,00	0,191	< 5,04	1,58	< 4,79	12,5
Septembre	< 5,12	0,627	< 5,26	0,255	< 5,28	1,24	8,53	12,9
Octobre	5,53	0,733	< 5,10	0,986	6,02	1,41	< 4,94	13,4
Novembre	5,85	0,851	8,47	0,834	7,39	1,39	< 4,28	13,9
Décembre	6,46	0,247	5,82	0,269	5,72	1,79	7,93	1,66

4.2.2.7.2 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2020 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090.

	Teneur en hydrocarbures totale							
	W1	W1 W2 W3 W4						
Limites (mg/l)	5	5	5	5				
Rejet maximal 2020	0,10	<0,10	0,47	0,20				

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

En 2018 le CNPE a engagé la rénovation de ses unités de production de chlore par électro-chloration (CTE). Cette rénovation intègre une nouvelle technologie plus performante et optimisée en termes de maintenance.

La mise en service de l'installation TR1 a débuté fin 2020 pour une mise en exploitation définitive en 2021. La mise en exploitation définitive de l'installation en TR2 est prévue pour 2022.

4.2.4 Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Le CNPE de Penly n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2020.

4.3 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 au débit d'eau brute au condenseur (Q).

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

4.3.1 En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Penly et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n°2008-DC0090.

Le CNPE de Penly réalise en continu des mesures de températures à la prise d'eau de mer et aux puits de rejets, et assure un suivi des rejets thermiques, conformément la décision ASN n°2008-DC0090. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents relevés pour l'année 2020 sont présentés dans les tableaux suivants.

Relevés de la tranche 1 :

	Température moyenne mesurée à la prise d'eau (°C)	Température moyenne au puit de rejet (°C)	Température maximale relevée au puit de rejet (°C)	Echauffement moyen relevé au puit de rejet (°C)	Echauffement maximal relevé au puit de rejet (°C)
Janvier	7,9	20,7	21,3	12	12,6
Février	8,6	20,7	21,6	12,1	12,5
Mars	9	21,2	22,2	12,3	12,5
Avril	11,2	23,3	24,7	12,1	12,5
Mai	14,6	20,3	24,7	5,7	11,4
Juin	17,4	17,4	21,6	0	0
Juillet	18	18	21,6	0	0
Août	20,7	24,4	24,7	0	0
Septembre	18,8	18,8	19,8	0	0
Octobre	14,9	20,7	27,2	5,8	12,5
Novembre	13	23,1	26,8	10,1	12,5
Décembre	10	21,3	23,6	11,4	12,6

Relevés de la tranche 2 :

	Température moyenne mesurée à la prise d'eau (°C)	Température moyenne au puit de rejet (°C)	Température maximale relevée au puit de rejet (°C)	Echauffement moyen relevé au puit de rejet (°C)	Echauffement maximal relevé au puit de rejet (°C)
Janvier	8,1	19,2	21,3	9,7	12,6
Février	8,2	19,1	21,6	11	12,5
Mars	9,2	19	22,2	9,8	12,5
Avril	11,5	22,4	25,6	10,9	12,5
Mai	12,4	22,3	27,4	9,9	12,2
Juin	17,2	28,5	30,7	11,4	12,3
Juillet	19,1	30,7	32	11,6	12,3
Août	20,6	32,2	33,7	11,7	12,2
Septembre	18,8	30,5	32,2	11,7	12,3
Octobre	15	26,5	28,4	11,5	12,5
Novembre	13,1	24,9	26,2	11,8	12,5
Décembre	10,1	21,9	23,9	11,8	12,5

4.3.2 Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées de la décision ASN n°2008-DC-0090.

	Limites e	en vigueur	Valeurs maximales		
Paramètres	De juin à octobre inclus (période estivale)	De novembre à mai inclus (période hivernale)	Période estivale	Période hivernale	
Echauffement relevé aux puits de rejets	15°C	15°C	12,5	12,6	
Température maximale aux puits de rejet	35°C	30°C	33,7	27,4	

<u>Commentaires</u>: les limites réglementaires associées aux rejets thermiques ont toujours été respectées.

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

L'année 2020 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

5. Surveillance de l'environnement

5.1 Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

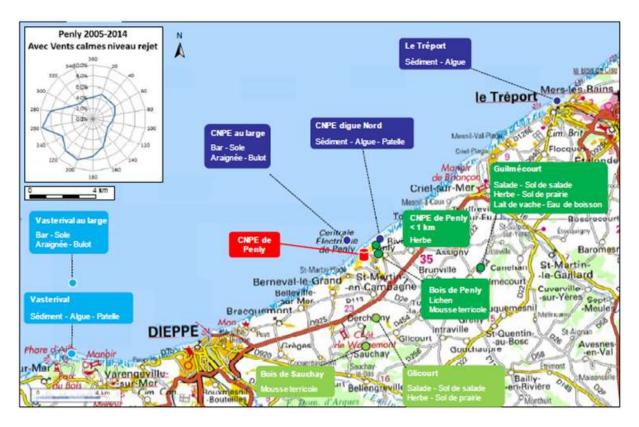
Les stations de prélèvements sont choisies en fonction de la rose des vents locale, des conditions hydrologiques, de la répartition de la population et de la disponibilité des échantillons dans l'environnement du CNPE. Les prélèvements collectés dans l'environnement terrestre sont répartis en distinguant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

Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère.

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

5.1.1 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 2020 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives à l'année antérieure sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2020 (nSv/h)	Débit de dose max année 2020 (nSv/h)	Débit de dose moyen année N-1 (nSv/h)	Débit de dose moyen année N-2 (nSv/h)
Clôture	83	361,1	72	76
1 km	82	132	75	76
5 km	91	190,8	86	85
10 km	87	147,6	73	83

<u>Commentaires</u>: Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2020 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et sont cohérentes avec les résultats des années antérieures.

5.1.2 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 de l'activité bêta globale et tritium sont réalisées.

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2020 sont donnés dans le tableau suivant en Bq/m3.

Compartiment	Paramètre)S	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)
	Bêta globa	le	0,0004	0,002	0,01 Bq/m³
		⁵⁸ Co	<0,00001	<0,00007	S-O
Poussières	-	⁶⁰ Co	<0,00001	<0,00006	S-O
atmosphériques		¹³⁴ Cs	<0,00001	<0,00006	S-O
		¹³⁷ Cs	<0,00001	<0,00005	S-O
		⁴⁰ K	<0,00022	<0,001	S-O
Tritium atmosphérique		<0,14	<0,19	50 Bq/m³	
	Bêta globale		0,104	0,206	S-O
Eau de pluie Tritium			<4,46	<4,93	S-O
	Potassiun	า	0,41	2,50	S-O

<u>Commentaires</u>: Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2020 sont cohérentes en moyenne avec les valeurs du bruit de fond. Les mesures de l'activité bêta globale sont très inférieures aux limites réglementaires et inférieures aux seuils de détection pour le tritium et les autres radioéléments.

5.1.3 Surveillance du milieu terrestre

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment terrestre pour l'année 2020 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 limites de détection sont présentées.

Nature du prélèvement	Radionucléide		Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
		⁵⁸ Co		<seuil< td=""><td><seuil< td=""></seuil<></td></seuil<>	<seuil< td=""></seuil<>
Végétaux	Cnostromátrio	⁶⁰ Co		<seuil< td=""><td><seuil< td=""></seuil<></td></seuil<>	<seuil< td=""></seuil<>
terrestres	Spectrométrie gamma	¹³⁴ Cs	Mensuelle	<seuil< td=""><td><seuil< td=""></seuil<></td></seuil<>	<seuil< td=""></seuil<>
(Bq/kg sec)		¹³⁷ Cs		0,38	0,50
		⁴⁰ K		739	1 034
		⁵⁸ Co		<seuil< td=""><td><seuil< td=""></seuil<></td></seuil<>	<seuil< td=""></seuil<>
Lait	Spectrométrie gamma	⁶⁰ Co		<seuil< td=""><td><seuil< td=""></seuil<></td></seuil<>	<seuil< td=""></seuil<>
(Bq/L)		¹³⁴ Cs	Mensuelle	<seuil< td=""><td><seuil< td=""></seuil<></td></seuil<>	<seuil< td=""></seuil<>
		¹³⁷ Cs		<seuil< td=""><td><seuil< td=""></seuil<></td></seuil<>	<seuil< td=""></seuil<>
		⁴⁰ K		47	67

<u>Commentaires</u>: Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2020 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté dans le document annexé au rapport.

5.1.4 Surveillance des eaux de surface (eau de mer)

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2020 sont donnés dans le tableau suivant.

	Paramètre analysé	Périodicité	Unités	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
	Activité bêta globale	Bimensuelle	Bq/L	11,3	12,3
Eau filtrée	Tritium	Bimensuelle	Bq/L	7,3	35
	Potassium	Bimensuelle	mg/L	394	420
Matières en suspension	Activité bêta globale	Bimensuelle	Bq/L	0,058	0,148

5.1.5 Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2020 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté dans le document annexé au rapport.

5.2 Surveillance des eaux souterraines

5.2.1 Surveillance radiologique des eaux souterraines

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

	Valeurs maximales mesurées en 2020					
Paramètres	Nappe N1	Nappe N2	Nappe N3b	Nappe N4	Nappe N5	
β global (Bq/L)	0,15	0,207	0,3	3,68	11,7	
Potassium (mg/L)	3	6	4,5	130	390	
Tritium (Bq/L)	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	

<u>Commentaires</u>: Les nappes N4 et N5 sont influencées par des remontées d'eau de mer, ce qui se traduit par une teneur plus élevée en sels qui impacte les résultats.

5.2.2 Physico-chimie des eaux souterraines

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur 5 piézomètres du CNPE.

Daniel Con-	11.267	Valeur maximale mesurée				
Paramètres	Unité	N1	N2	N3b	N4	N5
Conductivité	μS / cm	767	733	813	18 890	45 000
Azote global		5,1	6,1	4,7	26	6,5
COT		2	0,85	0,75	1,7	1,9
DCO		10	10	10	198	451
Hydrocarbures totaux	mg / I	10	0,5	0,1	0,1	0,1
Métaux totaux		0,19	0,55	0,32	0,17	0,32
рН		7,4	7,5	7,2	7,5	7,6
Phosphates		0,07	0,08	0,10	0,27	0,80

<u>Commentaires</u>: Les nappes N4 et N5 sont influencées par des remontées d'eau de mer, ce qui se traduit par une teneur plus élevée en sels qui impacte les résultats.

5.3 Surveillance des eaux de surface

Chaque année, le CNPE DE Penly confie la réalisation de la surveillance physicochimique, pélagique et halieutique à l'institut IFREMER.

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.

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de Penly.

5.3.1 Domaine pélagique

5.3.1.1 Hydrologie, physico-chimie, chimie

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par l'institut IFREMER, est présentée ci-dessous.

« Les données relatives au compartiment hydrologique acquises en 2020 dans le cadre du programme de surveillance écologique du CNPE de Penly mettent en évidence un échauffement de l'eau aux abords du rejet. Cette perturbation thermique reste cependant géographiquement très limitée, du fait d'un pouvoir de dilution important du milieu comme en témoigne la proportion d'eau échauffée potentielle. Les autres paramètres suivis présentent des valeurs et des variations expliquées par la saisonnalité, l'environnement climatique et géomorphologique.

Les rejets du CNPE n'affectent pas de façon générale la distribution et les variations saisonnières des paramètres étudiés autres que la température. Les caractéristiques hydrologiques intrinsèques du milieu n'apparaissent donc pas modifiées par les activités du CNPE. »

5.3.1.2 Phytoplancton

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par l'institut IFREMER, est présentée ci-dessous.

« L'été 2020 apparaît comme une saison marquée par de faibles valeurs de chlorophylle a, production primaire et des faibles abondances phytoplanctoniques. En été, la campagne de prélèvement ayant eu lieu après une journée d'orage, l'assemblage du phytoplancton a pu se retrouver perturbé par des apports d'eau douce importants et de fortes quantités de matières en suspension comme le témoignent les valeurs 2020, largement supérieures aux valeurs médianes des séries historiques. Cette hypothèse est confortée par des valeurs d'rETR inférieures aux valeurs habituellement observées à cette période, témoignant d'une activité photosynthétique peu intense des cellules phytoplanctoniques. De plus, les concentrations en silicates, largement supérieures aux médianes historiques, témoignent de la sousconsommation de ce nutriment par les diatomées.

Les valeurs automnales de chlorophylle a et d'abondances phytoplanctoniques sont légèrement supérieures à la moyenne saisonnière sans pour autant présenter de caractère exceptionnel.

À l'instar des années précédentes, l'année 2020 a été marquée par une large dominance des diatomées sur l'ensemble de la zone à proximité du CNPE de Penly, avec cependant une proportion plus importante de dinoflagellés en été sur le point Canal et Rejet.

L'évolution dans le temps de ces paramètres semble cohérente avec les connaissances que nous avons de ces paramètres en Manche. La variabilité spatio-temporelle observée est principalement liée à l'évolution des conditions environnementales (e,g, concentrations en sels nutritifs, lumière, turbulence) le long du gradient côte large.

L'étude des paramètres suivis dans le compartiment phytoplanctonique ne met pas en évidence une influence des rejets d'eau de refroidissement des circuits secondaires du CNPE de Penly sur le milieu marin environnant. »

5.3.1.3 Zooplancton

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par l'institut IFREMER, est présentée ci-dessous.

« Depuis 1987, la biomasse sestonique ne montre toujours pas de différences significatives entre les points de prélèvement, quelle que soit la saison considérée, au contraire des abondances. Cela confirme que le paramètre biomasse sestonique ne constitue pas un bon proxy pour estimer la biomasse ou l'abondance zooplanctonique. Au mieux, il nous donne-t-il une appréciation de la charge particulaire (seston > 100 μm) sur le site lors des prélèvements.

Les abondances zooplanctoniques observées en 2020 lors de la campagne de juin étaient parmi les plus faibles observées depuis le début de la série (sauf au point Référence), alors qu'en septembre les abondances étaient plutôt élevées, particulièrement aux points Rejet et Contrôle. Les variations interannuelles peuvent être importantes en juin comme le montre la dispersion des valeurs depuis 1987 et sont à interpréter avec précaution du fait de la faible fréquence d'échantillonnage annuelle. Les résultats mettent en évidence une certaine variabilité spatiale, plus limitée au point Canal aux abondances plus faibles par rapport aux autres points, notamment pour les copépodes. La configuration particulière de ce point (faible profondeur, enclavement) et la charge en particules sédimentaires expliquent ces faibles abondances.

La composition et la succession des espèces sont restées classiques, bien que le report de la campagne de mars ne nous ait pas permis d'observer les proliférations habituelles du méroplancton au printemps. L'holoplancton domine largement en été et à l'automne, Il est essentiellement caractérisé par les copépodes. La diversité spécifique de ce groupe reste faible et composée en général de moins d'une dizaine d'espèces dont une seule peut représenter plus des trois quarts du peuplement. Les copépodes appartenant à l'ordre des calanoides, typiquement pélagiques (Acartia, Temora, Centropages, Paracalanus, et Pseudocalanus) sont les plus abondants, notamment au large, mais à la côte Euterpina acutifrons, copépode harpacticoide pélagique, est également très présent surtout en septembre.

Chacune des espèces zooplanctoniques observée cette année respecte, pour ce qui peut être perçu à travers les campagnes d'été et d'automne, sa répartition saisonnière habituelle, caractéristique des milieux tempérés de la Manche et de la baie sud de la Mer du Nord. »

5.3.1.4 Microbiologie

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par l'institut IFREMER, est présentée ci-dessous.

« L'année 2020 se caractérise par une activité peu intense au sein du compartiment microbiologique. Les niveaux de germes totaux comme revivifiables se situent dans la continuité de la série historique avec une variabilité et une hétérogénéité spatiale plus marquée. En effet, au cours d'une même campagne il est possible d'observer des valeurs proches des records historiques mais qui peuvent s'opposer entre 2 points (Germes Totaux à l'automne entre les points Canal et Contrôle par exemple, Cf Figure B-58). Au cours des 3 campagnes 2020. les densités les plus

importantes de vibrions halophiles sont observées sur le point Canal. En automne comme en décembre (campagne de rattrapage), la détection de vibrions halophiles totaux, dans des proportions au moins aussi importantes, sur les points du large (Contrôle, Référence) comme sur les points côtiers (Canal), témoigne de leur présence à une échelle qui va au-delà du périmètre d'influence du CNPE.

L'étude des paramètres du compartiment microbiologique n'a pas mis en évidence, au cours de l'année 2020, de modifications significatives du milieu pouvant être mises en relation avec l'activité du CNPE de Penlv. »

5.3.2 Surveillance halieutique

5.3.2.1 Ichtyoplancton

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par l'institut IFREMER, est présentée ci-dessous.

« En 2020, la situation sanitaire liée à la COVID-19 n'a pas permis d'échantillonner l'ichtyoplancton des cinq espèces cibles à la période habituelle. Une seule campagne a pu être réalisée fin juin, ce qui a eu pour conséquence l'absence d'oeufs et de larves des cinq espèces cibles dans les échantillons collectés.

La période du suivi initialement positionnée entre mars et juin n'est plus compatible avec la dynamique spatio-temporelle de la plie dont les éclosions sont depuis plusieurs années plus précoces. La sole et le sprat sont les plus abondants sur le site du CNPE de Penly depuis le début du suivi. Pour ces deux espèces, les abondances montrent de fortes fluctuations depuis le début du suivi avec une alternance de périodes de faibles et de plus fortes abondances. Dans la période récente, nous semblons être dans Surveillance écologique et halieutique du CNPE de PENLY en 2020. Une période de décroissance des abondances de la sole et à l'inverse dans une période de recrudescence pour le sprat.

La limande et la sardine ne sont pas des espèces abondantes aux stades oeuf et larve sur le site du CNPE de Penly et ont montré de fortes fluctuations de leurs abondances depuis le début du suivi. Pour les oeufs des deux espèces et les larves de limande, la période récente montre de plus fortes abondances que précédemment tandis que les larves de sardine restent très peu abondantes. Il faut rappeler que pour la limande, un doute important subsiste quant à l'identification visuelle des oeufs. Ces oeufs peuvent être confondus avec ceux de flet, particulièrement pour le stade 'Non Embryonné'. Seule l'analyse moléculaire permet de séparer clairement les deux espèces.

Cette année, nous ne pouvons pas conclure sur l'existence d'un déséquilibre du milieu, généré par l'activité du CNPE de Penly, à partir de l'étude des espèces suivies dans la communauté ichtyoplanctonique. »

5.3.2.2 Macrofaune

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par l'institut IFREMER, est présentée ci-dessous.

« Les conditions météorologiques étant particulièrement favorables pendant la campagne de prospection, la stratégie d'échantillonnage de la macrofaune halieutique a été maintenue et le plan d'échantillonnage prévu a pu être réalisé en totalité cette année.

Globalement cette année l'indice d'abondance des espèces de poissons plats sont en augmentation par rapport à l'année passée. L'indice de sole est le plus important depuis le début de la série historique. Il représente le double de ce qui avait été observé en 1989 et presque 60% des captures des espèces commerciales réalisées cette année. Cette abondance particulièrement élevée est plutôt en contradiction avec le mauvais état du stock de Manche Est. Cependant l'effort de pêche a fortement diminué depuis deux ans et il est possible aussi que la reproduction de cette espèce au mois d'avril ait été facilitée par une

baisse de la commercialisation des produits de la mer due à la période de confinement engendré par la pandémie. Les facteurs environnementaux tels que les vents dominants pourraient aussi avoir eu une incidence sur les déplacements des oeufs et larves vers la baie de Somme. La campagne ichtyoplancton décalée après la période de présence de cette espèce n'a pas permis de confirmer cela. La présence en quantité importante de soles de groupe 0 a aussi été confirmée en baie de Seine par les crevettiers à partir du mois d'octobre. L'indice de plie augmente depuis quatre ans pour atteindre cette année l'un des deux maximums des dix dernières campagnes. Ceci est principalement dû à l'augmentation de captures d'individus du groupe 0 qui comme pour la sole confirme la présence d'un bon recrutement dans la baie de Somme.

L'indice de la limande, représenté essentiellement par le groupe 0, semble lui aussi profiter d'un bon recrutement. La période de ponte a lieu de févier à mai et la diminution probable de l'effort de pêche des chalutiers en Manche Est pendant le confinement pourrait avoir artificiellement créé une période de repos biologique favorable à la production larvaire.

La densité globale de la crevette grise observée cette année fait partie des bons indices enregistrés depuis le début des campagnes de prospections. Cette observation n'est pas représentative d'une bonne saison de pêche par les crevettiers dont les captures du début d'année étaient particulièrement faibles. La présence de crevettes en début d'été a permis aux professionnels de poursuivre leur activité jusqu'en octobre. La répartition géographique de cette espèce reste comparable à celle des années antérieures, à savoir, à l'intérieur de la baie de Somme ou à son abord immédiat.

En conclusion, le suivi halieutique réalisé à proximité du CNPE de PENLY en 2020 ne permet pas de mettre en évidence d'influence particulière du fonctionnement du CNPE à travers les différents paramètres halieutiques. »

5.3.3 Conclusion générale

La conclusion du rapport de surveillance, réalisée par l'institut IFREMER, est présentée ci-dessous.

« En conclusion, le suivi écologique et halieutique réalisé à proximité du CNPE de PENLY en 2020 ne permet pas de mettre en évidence d'influence particulière du fonctionnement du CNPE sur les différents compartiments pélagiques, benthiques et halieutiques. »

5.4 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 Penly informe directement les 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.

6. 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 Penly 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 (rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl,...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par IRSN, présenté en annexe du présent rapport.

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

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

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace1 est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

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

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

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

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

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

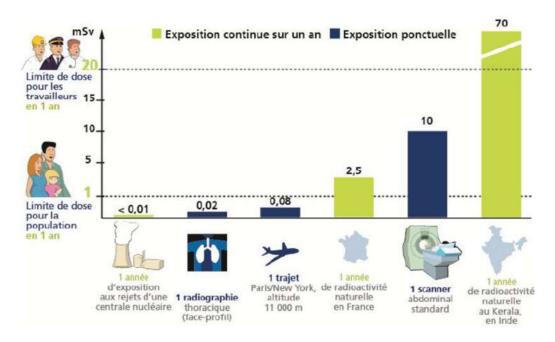


Figure 1 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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

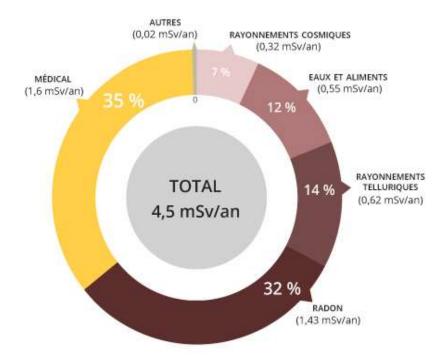


Figure 2 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2015)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2020 effectués par le CNPE de Penly, 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	3,8E-06	5,7E-05	6,1E-05
Rejets d'effluents liquides	7,7E-08	2,8E-04	2,8E-04
Total	3,9E-06	3,4E-04	3,4E-04

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,6E-06	6,2E-05	6,6E-05
Rejets d'effluents liquides	2,6E-07	1,4E-04	1,4E-04
Total	3,9E-06	2,0E-04	2,0E-04

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,8E-06	8,3E-05	8,6E-05
Rejets liquides	9,6E-08	3,9E-05	3,9E-05
Total	3,9E-06	1,2E-04	1,3E-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 2020 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.

7. 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 PENLY, 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.

7.1 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.

7.2 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 Concentrats, boues Pièces métalliques Matières plastiques, cellulosiques Déchets non métalliques (gravats,,,)	Très faible, Faible et Moyenne	Courte	TFA (très faible activité), FMA-VC	Casiers, big-bags, futs, coques, caissons
Déchets graphite	Faible		FA-VL (faible activité à vie longue)	Entreposage sur site
Pièces métalliques et autres déchets activés	Moyenne	Longue	MA-VL (moyenne activité à vie longue)	Entreposage sur site (en piscine de refroidissement pour les grappes et autres déchets activés REP)

7.3 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

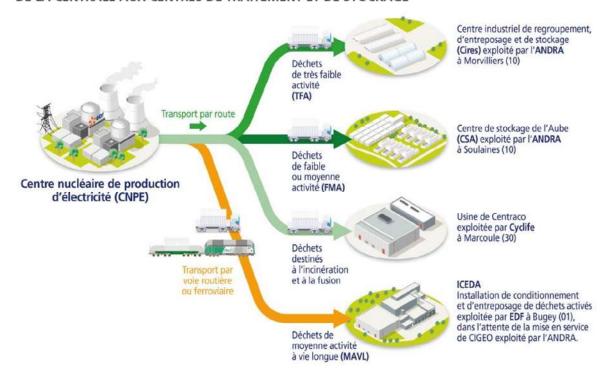


Figure 1 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

7.4 Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2020

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2020 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Penly.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2020
TFA	55,72 tonnes
FMAVC (Liquides)	14,84 tonnes
FMAVC (Solides)	196,83 tonnes
FAVL	0
MAVL	156 objets

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2020 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Penly.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2020 (nombre de colis)
TFA	103
FMAVC (Coques béton)	24
FMAVC (fûts métalliques, PEHD)	265
FMAVC (autres)	12

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2020 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Penly.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	69
CSA à Soulaines	328
Centraco à Marcoule	1 208

En 2020, 1 605 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés de Cyclife et de l'Andra.

7.5 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 2020 par le CNPE de Penly.

Quantités 2020 en tonnes	Déchets Dangereux		Déchets non Dangereux non Inertes		Déchets Inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Penly tranche 1 et 2	190	131	1 437	1 415	4 025	4 025	5 652	5 571

La production de déchets dangereux reste stable par rapport à 2019.

La production de déchets non dangereux non inertes reste stable par rapport à 2019.

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 cellesci, 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 2020, les 2 unités de production du CNPE de Penly ont produit 5 652 tonnes de déchets conventionnels : 98,6% de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

8. 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



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

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

CNPE de PENLY BP 854 76207 Dieppe Cedex 02.35.40.60.00