



Rapport Environnemental Annuel  
relatif aux installations nucléaires du  
Centre Nucléaire de Production  
d'Électricité de

# PENLY

**2019**

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

# SOMMAIRE

<i>Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Électricité de PENLY en 2019</i>	<b>3</b>
<i>Partie II - Prélèvements d'eau</i>	<b>7</b>
<i>Partie III - Rejets d'effluents</i>	<b>12</b>
<i>Partie V - Surveillance de l'environnement</i>	<b>37</b>
<i>Partie VI - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation</i>	<b>46</b>
<i>Partie VII - Gestion des déchets</i>	<b>49</b>
<b>ABRÉVIATIONS</b>	<b>55</b>

## 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 « ISO 14001 ».

La maîtrise des événements, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, repose sur une application stricte des règles de prévention (bonne gestion des eaux usées, des « effluents », de leurs traitements, entreposage, contrôles avant rejet, etc.) et sur un système complet de surveillance de l'environnement sur et autour des 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 2019 du CNPE de PENLY en matière d'environnement.

## 2 Le CNPE de PENLY

### 2.1 Description et historique

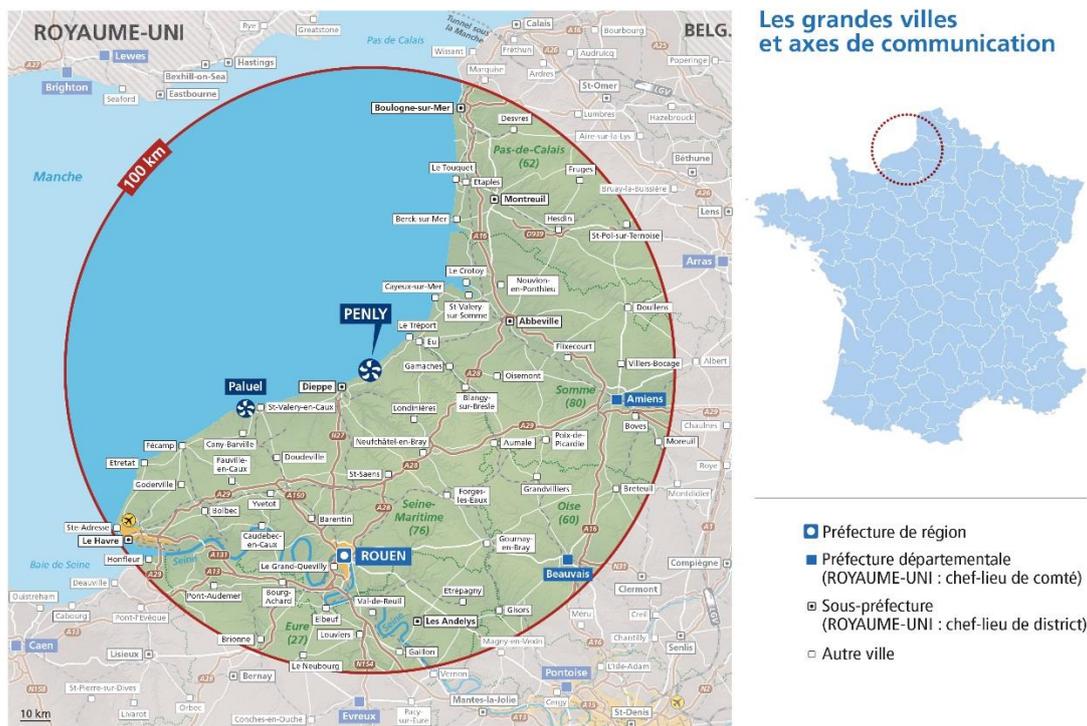
Les Installations Nucléaires de Base du Centre Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) de Penly sont implantées sur la commune de Petit-Caux à Saint Martin-en-Campagne et à Penly, dans le département de la Seine-Maritime (76), à 15 km au Nord de Dieppe. Elles couvrent une superficie de 230 hectares sur la côte de la Manche. Les premiers travaux d'aménagement ont eu lieu en 1980.

Au 31 décembre 2019, le CNPE de Penly comptait 774 salariés EDF, dont 16 nouveaux embauchés durant l'année. Par ailleurs, 363 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.

### 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.

## 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 2019, aucune modification industrielle particulière au voisinage du CNPE de Penly n'a été identifiée.

## 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 Effect Concentration), et les études testant la toxicité et l'écotoxicité des effluents CRT, pour l'analyse des incidences sur l'environnement. À 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.

## 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, c'est-à-dire 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 Évènements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire, de traiter ces évènements et d'en analyser les causes profondes pour les éradiquer.

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

## 1. Bilan des évènements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de PENLY en 2019 :

Date	Évènement	Impact sur l'environnement	Principales actions correctives
01/03/2018 <i>(déclaration annuelle le 17/01/2019)</i>	Cumul annuel d'émission d'hexafluorure de soufre SF6 (gaz à effet de serre) supérieur à 100 kilogrammes en 2018	Rejet de gaz à effet de serre	Mise en place d'un plan d'actions pluriannuel avec recherche systématique de fuites, colmatage et remise en conformité
31/01/2019	Cumul annuel d'émission d'hexafluorure de soufre SF6 (gaz à effet de serre) supérieur à 100 kilogrammes en 2019	Rejet de gaz à effet de serre	Mise en place d'un plan d'actions pluriannuel avec recherche systématique de fuites, colmatage et remise en conformité
05/02/2019	Cumul annuel d'émission de fluides frigorigènes supérieur à 100 kilogrammes en 2018	Rejet de gaz à effet de serre	Réalisation d'un audit complet des groupes froids du domaine tertiaire
11/09/2019	Déversement d'eau conditionnée aux paramètres chimiques du circuit secondaire dans le chenal	Déversement non autorisé sans impact sur l'environnement	Mise à jour de la gamme d'intervention. Ajout de points d'arrêt pour de nouveaux contrôles
05/09/2019	Perte de la fonction d'un obturateur de canalisation	Indisponibilité d'un matériel de confinement	Affichage local préventif Modification des détendeurs des obturateurs
17/09/2019	Cumul annuel d'émission de fluides frigorigènes supérieur à 100 kg en 2019	Rejet de gaz à effet de serre	Identification de l'origine de la fuite du groupe froid et remise en état du matériel
28/10/2019	Présence d'un support de MIP10 contaminé dans une benne de déchets conventionnels	Détection de l'anomalie avant la sortie du site	Sensibilisation des équipes. Surveillance renforcée

## 2. Bilan des incidents de fonctionnement

En 2019, 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.

## Partie II - Prélèvements d'eau

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

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

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

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

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

- le circuit primaire pour extraire la chaleur : c'est un circuit fermé parcouru par de l'eau sous pression (155 bars) et à une température de 300°C. L'eau passe dans la cuve du réacteur, capte la chaleur produite par la réaction de fission du combustible nucléaire et transporte cette énergie thermique vers le circuit secondaire au travers des générateurs de vapeur,
- le circuit secondaire pour produire la vapeur : au contact des milliers de tubes en « U » des générateurs de vapeur, l'eau du circuit primaire transmet sa chaleur à l'eau circulant dans le circuit secondaire, lui-aussi fermé. L'eau de ce circuit est ainsi transformée en vapeur qui fait tourner la turbine. Celle-ci entraîne l'alternateur qui produit l'électricité. Après son passage dans la turbine, la vapeur repasse à l'état liquide dans le condenseur ; cette eau est ensuite renvoyée vers les générateurs de vapeur pour un nouveau cycle,
- un troisième circuit, appelé « circuit de refroidissement » : pour condenser la vapeur et évacuer la chaleur, le circuit de refroidissement comprend un condenseur, appareil composé de milliers de tubes dans lesquels circule de l'eau froide prélevée dans la rivière ou la mer. Au contact de ces tubes, la vapeur se condense. 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 m<sup>3</sup> par seconde) est prélevée pour assurer le refroidissement des équipements via le condenseur. Une fois l'opération de refroidissement effectuée, l'eau qui n'est jamais entrée en contact avec la radioactivité, est intégralement restituée dans la mer ou le fleuve, à une température légèrement plus élevée.

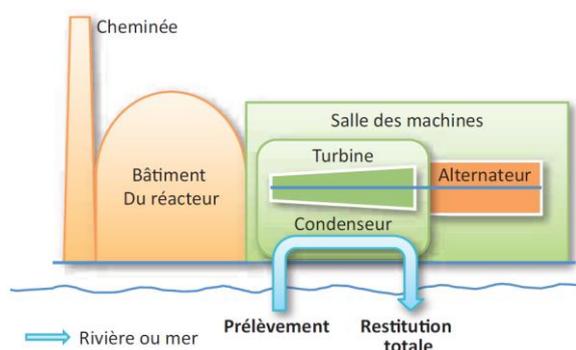


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

Annuellement, en moyenne, le volume d'eau nécessaire au fonctionnement du circuit de refroidissement d'un réacteur approche 1,5 milliard de mètres cubes, rejetés directement dans le milieu naturel.

La très grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire au milieu naturel, la mer.

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 des salariés permanents (EDF et entreprises extérieures) auxquels s'ajoutent, lors d'un arrêt d'un réacteur pour maintenance, entre 400 et 900 personnes supplémentaires. Les besoins en eau potable sont alors très importants, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE peuvent être reliées aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles elles sont implantées.

## 1 Milieu de prélèvement 1 : l'eau de mer (la Manche)

### 1.1 Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans la mer de l'année 2019 :

	Prélèvement d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )
Janvier	243
Février	224
Mars	250
Avril	250
Mai	243
Juin	242
Juillet	239
Août	131
Septembre	119
Octobre	128
Novembre	178
Décembre	245
<b>TOTAL</b> (en millions de m <sup>3</sup> )	2 498

## 1.2 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau de mer pour l'année 2019

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

Année	Milieu	Volume	Unité
2017	Eau de mer : La Manche	2 650	Millions de m <sup>3</sup>
2018		2 594	
2019		2 498	
Prévisionnel 2019		2 800	

**Commentaires :** Le volume annuel d'eau prélevé en mer en 2019 est inférieur au prévisionnel en raison de la prolongation de l'Arrêt de la Tranche 2.

## 1.3 Comparaison aux valeurs limites

Sans objet.

## 1.4 Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements en mer

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

Durant l'année 2019, le CNPE de Penly a réalisé deux campagnes de dragage du chenal d'amenée :

- Du 03/01/2019 au 18/02/2019, avec 30000 m<sup>3</sup> de sable et sédiments dragués.
- Du 24/06/2019 au 01/09/2019, avec 59400 m<sup>3</sup> de sable et sédiments dragués.

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

Le 25 mars 2019, le CNPE de Penly a achevé la campagne de désensablement de la plage de Saint-Martin-en-campagne. Cette opération a permis de draguer 300.000 m<sup>3</sup> de sédiments dans le respect de l'arrêté préfectorale du 23 juillet 2018. Le CNPE a réalisé en parallèle les suivis relatifs à la biodiversité conformément à l'arrêté préfectoral du 30 Août 2018.

En 2019, les premiers suivis de la faune et de la flore ont permis de conclure au respect des engagements, notamment vis-à-vis des espèces floristiques déplacées (choux marins). Certains de ces suivis perdureront sur une période de 15 ans.

## 1.5 Opérations exceptionnelles de prélèvements en mer

Le CNPE de 2019 n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau de mer en 2019.

## 2 Milieu de prélèvement 2 : l'eau de rivière (l'Yères)

### 1. Cumul mensuel

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

	Prélèvement d'eau (en m <sup>3</sup> )
Janvier	30 457
Février	17 090
Mars	16 746
Avril	39 774
Mai	17 755
Juin	22 600
Juillet	30 621
Août	16 285
Septembre	19 497
Octobre	13 160
Novembre	14 458
Décembre	46 590
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>	<b>285 033</b>

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

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

Année	Milieu	Volume	Unité
2017	Eau de rivière	265	Milliers de m <sup>3</sup>
2018		267	
2019		285	
Prévisionnel 2019		300	

**Commentaires** : Le volume annuel d'eau prélevé en 2019 est légèrement inférieur au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2019.

#### 2.1 Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des volumes annuels d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN 2008-DC-089 :

Limites de prélèvement			Prélèvement	
Prescriptions	Valeur	Unité	Valeur maximale	Valeur moyenne
Débit instantané	400	m <sup>3</sup> /h	357	352
Volume journalier	9600	m <sup>3</sup> /j	1760	860
Volume annuel	600000	m <sup>3</sup> /an	285 000	/

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

#### 2.2 Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements en « milieu de prélèvement 2 »

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

### 2.3 Opérations exceptionnelles de prélèvements en eau de rivière

Le CNPE de Penly n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans la rivière en 2019.

## Partie III - Rejets d'effluents

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

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

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

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

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

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

# 1 Rejets d'effluents à l'atmosphère

## 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 événements des circuits de traitement des effluents liquides radioactifs, de la dépressurisation du bâtiment du réacteur ainsi que de l'air de la ventilation des locaux de l'îlot nucléaire. La ventilation maintient les locaux en légère dépression par rapport à l'extérieur et évite ainsi les pertes de gaz ou de poussières contaminées vers l'environnement. Les opérations de dépressurisation de l'air du Bâtiment Réacteur conduisent à des rejets dits « concertés ». L'air de ventilation transite par des filtres THE et, dans certains circuits, sur des pièges à iodes à charbon actif avant d'être rejeté en continu à la cheminée. Ces rejets sont dits « permanents ».

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

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

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

### 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<sup>1</sup> (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.

### 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 Iodes,
- les autres Produits de Fission ou d'Activation, émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

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

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

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

### 1.1.3 Cumul mensuel

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

	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,8E8	35,5	38,4	100	0,0028	0,00025
Février	3,3E8	30,9	49		0,0036	0,00027
Mars	3,4E8	36,8	42,2		0,0068	0,00022
Avril	3,3E8	34,83	48,58	100	0,0020	0,00024
Mai	3,3E8	31,04	57,21		0,0025	0,00023
Juin	3,4E8	35,1	61,95		0,0215	0,00026
Juillet	3,5E8	64,7	76	180	0,0118	0,00023
Août	4,1E8	37,5	124		0,0013	0,00028
Septembre	4,0E8	41,5	81		0,0012	0,00030
Octobre	4,0E8	36,68	57,99	115	0,0013	0,00026
Novembre	3,9E8	40,72	61,22		0,0012	0,00030
Décembre	3,7E8	36,02	24,25		0,0011	0,00026
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>4,4E9</b>	<b>461,29</b>	<b>721,8</b>	<b>495</b>	<b>0,0571</b>	<b>0,0031</b>

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 Bq/m<sup>3</sup>.

### 1.1.4 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

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

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres Produits de Fission et d'Activation
2017	409	699	432	0,0183	0,00289
2018	481	670	629	0,0483	0,00346
2019	<b>461</b>	<b>721</b>	<b>495</b>	<b>0,057</b>	<b>0,0031</b>
Prévisionnel 2019	<b>500</b>	<b>800</b>	<b>600</b>	<b>0,03</b>	<b>0,0035</b>

**Commentaires :** Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2019, dépassés sur le rejet d'iode mais qui est resté très inférieur à la limite réglementaire (0,03 GBq pour 0,8 GBq). Ce dépassement s'explique par la défaillance d'une vanne du circuit primaire.

### 1.1.5 Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090 :

Paramètre	Débit d'activité instantané maximal atteint à chaque cheminée en 2019		
	Limite	Débit instantané (Bq/s)	
Gaz rares	1,12E7	Tranche 1	2,43E5
		Tranche 2	7,03E5
Tritium	1,25E6	Tranche 1	2,04E4
		Tranche 2	3,88E4
Iode	125	Tranche 1	4,5
		Tranche 2	22,4
Autres PF/PA	125	Tranche 1	0,08
		Tranche 2	0,09

	Limite (GBq)	Valeur prévisionnelle 2019 (GBq)	Résultats 2019 (GBq)
Tritium	8000	800	721
Gaz rares	45000	500	461
Carbone 14	1400	600	495
Iode	0,8	0,03	0,057
Autres PF/PA	0,8	0,0035	0,0031

**Commentaires :** Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n° 2008-DC-0090. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n° 2008-DC-0090 tout au long de l'année 2019.

### 1.2 Évaluation des rejets diffus d'effluents à l'atmosphère radioactifs

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

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

	Rejets de vapeur du circuit secondaire		Rejets au niveau des événements des réservoirs d'entreposage des effluents liquides Ex, T et S		Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines	
	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium réservoirs T (Bq)	Tritium réservoirs Ex (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)
Janvier	6E8	/	3,6E7	1,9E3	/	/
Février	/	/	2,0E7	2,0E3	/	/
Mars	/	/	1,2E8	2,0E3	/	/
Avril	/	/	3,9E7	4,3E3	/	/
Mai	/	/	6,3E7	3,6E3	/	/
Juin	/	/	8,6E7	4,8E3	/	/
Juillet	3E8	/	3,8E7	6,8E3	/	/
Août	7E8	/	6,8E7	2,4E3	1,2E7	/
Septembre	7,5E8	/	2,0E7	1,6E3	/	/
Octobre	/	/	5,0E7	1,4E3	/	/
Novembre	/	/	4,0E7	1,5E3	2E7	/
Décembre	6E8	/	2,2E7	1,5E3	/	/
<b>TOTAL ANNUEL</b>	3,0E9	/	6,0E8	3,4E4	3,2E7	/

### 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 (SO<sub>2</sub>, 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 équipé de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigènes. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.

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

### 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 123 heures (durée cumulée des 4 moteurs), de la Turbine À Combustion (TAC) ayant fonctionné pendant 110 heures au total sur les 2 tranches pour 2019 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC DUS	TOTAL
SOx	kg	2	2	4
NOx	kg	25E3	22,3E3	47,3E3

### 1.3.2 Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2019, 43 m<sup>3</sup> de calorifuges dans les enceintes des Bâtiments Réacteurs ont été renouvelés. Ce volume donne une estimation des concentrations maximales ajoutées dans l'atmosphère.

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m <sup>3</sup>	Formaldéhyde	2,49E-03	8,21E-05
		Monoxyde de carbone	2,32E-03	7,67E-05

### 1.3.3 Rejets de substances volatiles en lien avec le conditionnement de circuits à l'arrêt

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

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	kg	84
Éthanolamine		5,1

### 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.

Le relevé des émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes est le suivant :

Paramètre	Unité	TOTAL
Hydrogène-Fluoro-Carbone (HFC)	Kg	246,8
Hexafluorure de soufre (SF6)		880

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

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

#### 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 2019.

## 2 Rejets d'effluents liquides

### 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 (résiduaire, chimiques, planchers, servitudes), le traitement de ces effluents, approprié à leurs caractéristiques physico-chimiques, peut se faire :

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

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

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

#### 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<sup>1</sup> donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

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

#### 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 Iodes,
- les autres Produits de Fission ou d'Activation, émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

---

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

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

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

### 2.1.3 Cumul mensuel

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

	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	1.2E4	3,30E3	3,3	0,0004	0,0258
Février	5.5E3	1,84E3	1,3	0,0003	0,0283
Mars	8.3E3	9,71E3	8,1	0,0010	0,1260
Avril	5.6E3	3,61E3	1,4	0,0003	0,0069
Mai	6.2E3	5,76E3	5,5	0,0004	0,0082
Juin	1.2E4	7,93E3	7,4	0,0008	0,0624
Juillet	1.0E4	3,52E3	4,5	0,0005	0,0125
Août	1.4E4	6,23E3	4,9	0,0008	0,0559
Septembre	5.6E3	1,78E3	2,3	0,0005	0,0357
Octobre	7.2E3	4,06E3	2,2	0,0004	0,0378
Novembre	8.4E3	3,64E3	2,3	0,0010	0,0220
Décembre	1.4E4	1,97E3	2,9	0,0004	0,0321
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>1.1E5</b>	<b>53,4E3</b>	<b>49,3</b>	<b>0,0062</b>	<b>0,4460</b>

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

#### 2.1.4 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

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

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF *
2017	58 000	48,9	0,0055	0,303
2018	55 200	55	0,0060	0,502
2019	<b>53 381</b>	<b>49,3</b>	<b>0,0062</b>	<b>0,46</b>
Prévisionnel 2019	<b>66 000</b>	<b>60</b>	<b>0,006</b>	<b>0,5</b>

\*Ni<sup>63</sup> inclus.

**Commentaires** : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2019, même si légèrement dépassées sur le rejet d'iode. Ceci est dû aux règles de comptabilisation (Cf. 2.1.1).

#### 2.1.5 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090 :

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet 2019
	Prescriptions	Valeur (GBq)	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	80 000	53 381
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	190	49,3
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,1	0,0062
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	25	0,46

**Commentaires** : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

#### 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 2019 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière			
	Valeur moyenne mesurée en 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta Globale	12 Bq/L	14 Bq/L	18 Bq/L	-	-	-
	Tritium	280 Bq/L	485 Bq/L	1800 Bq/L	28 Bq/L	356 Bq/L	900 <sup>(1)</sup> Bq/L
	Potassium*	400 mg/L	790 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	0,04 Bq/L	0,13 Bq/L	-	-	-	-

\* Associé à la mesure  $\beta$  global.

(1) En présence de rejets radioactifs.

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

## 2.2 Rejets d'effluents liquides chimiques

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

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

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

Les principales substances utilisées sont :

- l'acide borique ( $H_3BO_3$ ) : le bore contenu dans cet acide est « avide » des neutrons produits lors de la réaction nucléaire. C'est une substance neutrophage, qui permet donc le contrôle de la réaction de fission et donc le pilotage du réacteur. Ce bore est dissous dans l'eau du circuit primaire,
- la lithine (LiOH) : ce produit est utilisé pour maintenir le pH du circuit primaire. En effet, le bore est sous forme acide. Pour éviter les effets de corrosion liés à cet acide, de la lithine est ajoutée à l'eau du circuit primaire afin d'ajuster le pH à celui de moindre corrosion. La concentration en lithine est donc directement liée à celle du bore,

- l'hydrazine ( $N_2H_4$ ) : ce produit est utilisé principalement dans le circuit secondaire comme un agent antioxydant. Il permet d'éliminer l'oxygène dissous dans le mélange eau-vapeur, et ainsi maintenir là-aussi un pH de moindre corrosion du circuit secondaire,
- la morpholine ( $C_4H_9NO$ ), l'éthanolamine ( $C_2H_7NO$ ) et l'ammoniaque ( $NH_4OH$ ) sont des amines volatiles qui peuvent être employées, seules ou en combinaison, pour maintenir le bon pH dans le circuit secondaire. Elles complètent l'action de l'hydrazine. Le mode de conditionnement du circuit secondaire a évolué avec les années pour tenir compte du retour d'expérience interne et étranger. L'éthanolamine ( $C_2H_7NO$ ), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sècheurs-surchauffeurs de la turbine,
- le phosphate trisodique ( $Na_3PO_4$ ) : comme l'hydrazine, le phosphate est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires,
- les détergents : ces produits sont régulièrement utilisés pour le nettoyage des locaux industriels ; qu'ils soient en ou hors Zone Contrôlée. Ils sont également utilisés à la laverie du CNPE pour le nettoyage des tenues d'intervention.

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

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

#### 2.2.1 État des connaissances sur la toxicité de la morpholine / de l'éthanolamine et de leurs produits dérivés

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

- L'éthanolamine a des propriétés irritantes (oculaire, cutané, brûlure d'œsophage dans le cas de l'ingestion) et corrosives. Une VTR chronique par voie orale a été établie par la National Science Foundation (NSF - ONG étatsunienne accréditée) en 2008 pour l'éthanolamine, sa valeur étant de  $4.10^{-2}$  mg/kg/j. Il ne s'agit néanmoins pas d'un organisme reconnu au sens de la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.
- Les produits de dégradation de l'éthanolamine sont constitués des ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de méthylamine et d'éthylamine. Il s'agit de substances irritantes voire corrosives, qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR n'est associée à ces substances.

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

### 2.2.2 Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

### 2.2.3.1 Cumul mensuel

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

	Acide borique (kg)	Éthanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
<b>Janvier</b>	66	1,8	0,07	0,71	166	9,0	5,3	68	90
<b>Février</b>	143	1,0	0,01	0,73	310	2,3	4,8	110	40
<b>Mars</b>	636	0,9	0,02	2,1	235	8,4	3,1	13	190
<b>Avril</b>	55	1,0	0,01	/	457	4,1	1,0	11	/
<b>Mai</b>	82	1,0	0,02	1,4	390	2,6	1,2	13	0*
<b>Juin</b>	860	2,0	0,04	0,7	412	3,8	4,4	39	0*
<b>Juillet</b>	77	2,2	0,02	1,4	616	13	1,9	10	81
<b>Août</b>	583	2,3	0,05	3,0	255	70	7,4	82	446
<b>Septembre</b>	928	0,8	0,01	2,1	212	14	1,9	17	236
<b>Octobre</b>	662	1,38	0,02	1,4	257	15	3,1	26	181
<b>Novembre</b>	286	1,6	0,13	0,7	180	12	5,7	8,4	120
<b>Décembre</b>	406	2,3	0,04	1,4	181	18	4,9	22	117
<b>TOTAL ANNUEL</b>	4785	19	0,44	16	3671	173	44,8	419	1501

\* Inférieur au seuil zéro de détection.

### 2.2.3.2 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

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

Substances	Unité	2017	2018	2019	Prévisionnel N
Acide borique	kg	7 090	4230	4785	7 400
Hydrazine	kg	0,8	1,0	0,4	0,8
Détergents	kg	17	15	16	20
Azote	kg	5200	5520	3671	6 000
Éthanolamine	kg	47	21	19	30
Métaux totaux	kg	20	29	44	30
Phosphates	kg	210	202	173	250

#### **Commentaires :**

Les rejets en acide borique sont inférieurs au prévisionnel en raison du report de certaines activités prévues en 2019.

Une meilleure maîtrise des effluents en 2019 a permis de réduire les rejets d'hydrazine et d'azote.

### 2.2.3.3 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090 :

Substances	Concentration maximale ajoutée au bassin (mg/l)		Flux 24 h (kg)		Flux 2 h (kg)		Flux annuel	
	Limite	Rejet maximal calculé	Limite	Flux 24 h maximal	Limite	Flux 2 h maximal	Limite	Flux annuel
Acide borique	1,7	1,1E-1	3300	860	1320	74	16400	4785
Éthanolamine	0,04	7,4E-4	22	0,5	/	0,4	620	30
Hydrazine	0,001	2,1E-5	3	0,08	/	0,06	25	0,5
Détergents	0,3	2,8E-4	520	0,7	210	9,7	4700	16
Azote	0,04	1,9E-2	80	75	60	59	9900	3671
Phosphates	0,1	8,5E-3	200	9,7	160	27	840	173
Métaux totaux	0,002	6,0E-5	/	/	/	/	230	30
MES	0,09	6,7E-4	/	/	/	/	/	320
DCO	0,10	3,9E-2	/	/	/	/	/	1600

L'article 5.3.1 de la décision ASN n° 2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2019, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Penly est évaluée à 0,6 kg.

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

## 2.2.4 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 2019.

### 2.2.4.1 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	/	/
Février	/	/
Mars	/	/
Avril	2,2E4	4,8E2
Mai	2,6E4	2,8E3
Juin	4,0E4	1,4E3
Juillet	3,3E4	1,7E3
Août	1,6E4	1,1E3
Septembre	7,0E3	5,8E2
Octobre	2,1E4	8,6E2
Novembre	2,6E4	3,4E3
Décembre	8,0E3	5,8E2

### 2.2.4.2 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 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019 :

Paramètres	Unité	REJET ANNUEL			
		2017	2018	2019	Prévisionnel 2019
Oxydant résiduel	Kg	1,3E5	1,1E5	1,9E5	1,5E5
Bromoforme	Kg	1,7E4	1,2E4	1,4E4	2,0E4

**Commentaires :** Les rejets en oxydant résiduel et bromoforme n'ont pas suivi le prévisionnel en raison de l'utilisation d'un système d'injection externe lors des travaux de rénovation du CTE TR1 (Cf. paragraphe 2.3).

### 2.2.4.3 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 :

Paramètres	Concentration maximale injectée dans les circuits (mg/L)		Concentration maximale ajoutée aux bassins (mg/L)		Flux 24 h (kg)	
	Limite	Valeur maximale injectée	Limite	Rejet maximal calculé	Limite	Rejet maximal calculé en 24 h
Oxydant résiduel	/	/	0,5	0,25	3900	994
Bromoforme	/	/	0,03	0,015	230	92
Chlore	1	0,58	/	/	/	4300

### 2.2.5 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 2019.

#### 2.2.5.1 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	2070	5495	7428	309
Février	1198	3429	3739	151
Mars	956	2957	3623	140
Avril	731	2896	3693	127
Mai	1524	4303	5491	211
Juin	786	1880	2869	108
Juillet	1783	4285	4721	223
Août	1060	3017	4746	173
Septembre	1538	3904	4000	188
Octobre	910	2700	3100	140
Novembre	1200	3100	4600	170
Décembre	2500	9600	13000	340

### 2.2.5.2 Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019 :

Paramètres	Unité	REJET ANNUEL			
		2017	2018	2019	Prévisionnel N
Chlorures	Kg/an	45 200	42 000	47 700	45 000
Sodium	Kg/an	14 500	13 000	16260	15 000
Fer	Kg/an	2200	2200	2290	2300
Cuivre	Kg/an	100	100	100	100

**Commentaires :** Les rejets de chlorures et sodium ont légèrement dépassé le prévisionnel en raison d'une production supplémentaire d'eau déminéralisée, due à l'allongement du temps de redémarrage de la tranche 2.

### 2.2.5.3 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090 :

Paramètres	Flux journalier (Kg/jour)	
	Limite	Flux 24 h maximal de rejet en 2019
Chlorures	1100	1074
Sodium	830	319
MES	1800	1694
Fer	56	48
Flux annuel (Kg/an)		
	Limite	Flux annuel de rejet en 2019
Cuivre	100	100

### 2.2.6 Rejets d'effluents liquides chimiques via le déshuileur de site

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

### 2.2.6.1 Rejets et comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous présente les rejets mensuels :

	Teneur en hydrocarbures (mg/L)	Valeur limite à respecter (mg/L)
Janvier	0,8	10
Février	6,4	
Mars	< 0,1	
Avril	1,2	
Mai	< 0,1	
Juin	1,0	
Juillet	1,5	
Août	< 0,1	
Septembre	< 0,1	
Octobre	1,8	
Novembre	12*	
Décembre	8,4	

\* En novembre 2019, le CNPE a déclaré un Évènement Intéressant l'Environnement (EIE) pour dépassement de la valeur autorisée (Décision ASN 2016-DC-0588). Ce dépassement est dû à un dysfonctionnement ponctuel du déshuileur en lien avec un gros volume d'eaux pluviales.

### 2.2.7 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. Les eaux traitées sont contrôlées trimestriellement conformément à la décision ASN 2008-DC-0089.

#### 2.2.7.1 Contrôle trimestriel des stations

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

	Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 3		
	S1	S4	S5									
DBO5 (mg/L)	7,3	2,8	4,5	13	3,0	4,8	2,2	2	3,1	17	2,3	5,0
DCO (mg/L)	52	46	46	94	45	59	53	40	70	117	42	71
MES (mg/L)	22	2,0	6,4	39	5,2	4	24	1,6	15	52	18	6,4
pH (mg/L)	7,1	7,0	7,7	8,1	7,0	7,2	7,6	6,7	7,2	8,1	8,0	8,2
Azote kjeldal (mg/L)	1,5	0,6	0,5	65	2,2	31	3,3	2,4	12	56	1,8	52

### 2.2.7.2 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0089 :

	DBO5 (mg/L)	
	Valeur maximale relevée (mg/L)	Valeur limite (mg/L)
Trimestre 1	7,3	35
Trimestre 2	13,3	
Trimestre 3	17,5	
Trimestre 4	18	

### 2.2.1 Rejets d'effluents liquides chimiques via les émissaires a, b, c et d : eaux pluviales

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

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

#### 2.2.1.1 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	< 0,1	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	< 0,1
Septembre	< 0,1	< 0,1	0,16	< 0,1
Novembre	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

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

	W1 Activité maximale mesurée		W2 Activité maximale mesurée		W3 Activité maximale mesurée		W4 Activité maximale mesurée	
	Tritium (Bq/l)	Bêta (Bq/l)						
Janvier	0*	0,7	0*	0,15	0*	2,1	0*	3,5
Février	0*	0,5	0*	3	0*	1,8	0*	3,8
Mars	0*	0,3	0*	0,3	5,9	1,2	0*	3,2
Avril	5,4	0,9	0*	0,3	0*	1,9	6,6	11
Mai	6,0	1,0	0*	0,2	6,1	2,0	12	5,1
Juin	0*	0,6	0*	0,4	0*	1,5	0*	0,9
Juillet	6,5	0,9	0*	0,1	8,9	1,7	8,5	16
Aout	0*	0,8	0*	0,3	0*	1,4	0*	0,3
Septembre	0*	0,9	0*	0,3	0*	1,5	9,6	0,4
Octobre	0*	0,6	6,1	0,3	0*	0,6	0*	0,2
Novembre	8,1	0,3	6,3	0,3	0*	0,5	6,4	0,3
Décembre	0*	0,8	7,0	0,2	5,2	0,7	11	12

#### 2.2.1.2 Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0090 :

	Teneur en hydrocarbures totale			
	W1	W2	W3	W4
Limite (mg/l)	5	5	5	5
Rejet maximal 2019	< 0,1	0,1	0,16	0,1

### 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 électrochloration (CTE). Cette rénovation intègre une nouvelle technologie plus performante et optimisée en termes de maintenance. Une installation mobile a permis d'assurer la chloration des circuits pendant les travaux.

La mise en service des installations est prévue en 2020 (tranche 1) et 2021 (tranche 2).

### 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 2019.

### 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 :  $\Delta T^{\circ}\text{C}$ ) est lié à la Puissance thermique ( $P_{th}$ ) à évacuer au condenseur et du débit d'eau brute au condenseur ( $Q$ ).

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

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

#### 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 2019 sont présentés dans les tableaux suivants.

**Relevés de la tranche 1 :**

	Température moyenne mesurée à la prise d'eau (°C)	Température moyenne au puits de rejet (°C)	Température maximale relevée au puits de rejet (°C)	Échauffement moyen relevé au puits de rejet (°C)	Échauffement maximal relevé au puits de rejet (°C)
Janvier	8,3	14,1	20,4	5,8	12,5
Février	7,3	19,5	21,3	12,2	12,5
Mars	9,2	20,8	22,6	11,6	12,5
Avril	11,2	23,0	24,8	11,8	12,5
Mai	13,8	25,8	27,7	11,9	12,5
Juin	16,9	28,3	30,4	11,3	12,4
Juillet	20,0	31 ,9	33,2	11,9	12,3
Août	20,0	31,4	33,0	11,4	12,4
Septembre	18,1	30,1	31,9	12,0	12,4
Octobre	15,7	27,6	29,6	11,9	12,5
Novembre	11,7	24,0	26,0	12,3	12,5
Décembre	9,3	21,0	22,4	11,7	12,5

**Relevés de la tranche 2 :**

	Température moyenne mesurée à la prise d'eau (°C)	Température moyenne au puits de rejet (°C)	Température maximale relevée au puits de rejet (°C)	Échauffement moyen relevé au puits de rejet (°C)	Échauffement maximal relevé au puits de rejet (°C)
Janvier	8,2	20,2	21,5	12,0	12,6
Février	7,6	19,2	21,6	11,6	12,6
Mars	9,5	19,9	23,0	10,5	12,6
Avril	11,4	23,8	25,4	12,4	12,6
Mai	14,1	26,6	28,4	12,5	12,6
Juin	17,1	29,2	31,4	12,1	12,5
Juillet	20,2	30,5	33,4	10,3	12,3
Août	20,0	20,0	22,3	0,0	0,0
Septembre	18,1	18,1	19,7	0,0	0,0
Octobre	15,5	15,5	17,2	0,0	0,0
Novembre	9,3	9,3	9,9	0,0	0,0
Décembre	9,3	9,3	9,9	0,0	0,0

### 3.2 Comparaison aux limites

Paramètres	Limite en vigueur		Valeurs maximales	
	De juin à octobre inclus	De novembre à mai inclus	De juin à octobre inclus	De novembre à mai inclus
Échauffement relevé aux puits de rejets	15°C	15°C	12,6°C	12,6°C
Température maximale aux puits de rejet	30°C	35°C	28,4°C	33,4°C

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

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

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

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

### 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 radio-écologie.

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 complétées depuis 1992 par un suivi radio-écologique 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 radio-écologique 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 radio-écologiques 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.

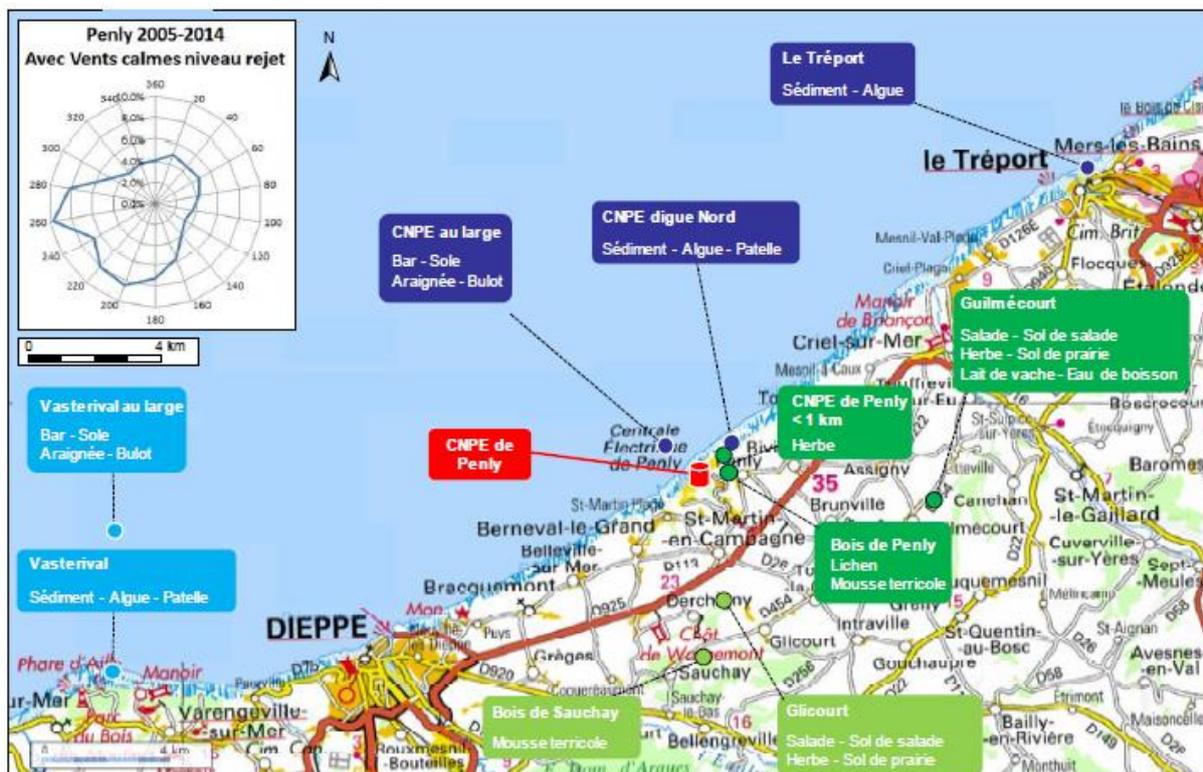
En règle générale, le plan d'échantillonnage contient des échantillons biologiques, qui constituent des voies de transfert possibles, directes ou indirectes, de la radioactivité vers l'homme (prélèvements de légumes, fruits, poissons, lait, eaux, herbes...) et des échantillons, appelés bioindicateurs, 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 radio-écologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis plusieurs décennies ont montré que la radioactivité naturelle constitue la principale composante de la radioactivité dans l'environnement, et que la radioactivité artificielle provient majoritairement d'une rémanence des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. Du fait de l'éloignement de ces événements anciens et des efforts réalisés par EDF pour diminuer les rejets de ses installations nucléaires, le niveau de radioactivité dans l'environnement à proximité du CNPE a considérablement diminué depuis une vingtaine d'année.

## 1.1 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 2019 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 2019 (nSv/h)	Débit de dose max année 2019 (nSv/h)	Débit de dose moyen année N-1 (nSv/h)	Débit de dose moyen année N-2 (nSv/h)
Clôture	72	121	76	77
1 km	75	106	76	76
5 km	86	135	85	85
10 km	73	94	83	86

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

## 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 1<sup>er</sup> 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 2019 sont donnés dans le tableau suivant :

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire	
Air au sol	Bêta globale (Bq/m <sup>3</sup> )	< 0,5E-3	1,41E-3	0,01	
	Spectrométrie gamma (Bq/m <sup>3</sup> )	<sup>58</sup> Co	0*	0*	/
		<sup>60</sup> Co	0*	0*	/
		<sup>134</sup> Cs	0*	0*	/
		<sup>137</sup> Cs	0*	0*	/
		<sup>40</sup> K	0*	0*	/
Tritium atmosphérique (Bq/m <sup>3</sup> )		< 1,6E-1	< 1,5E-1	50	
Eau de pluie	Bêta globale (Bq/L)	< 1,4E-1	/	/	
	Tritium (Bq/L)	< 5,2	/	/	
	Potassium (mg/L)	< 4,3E-1	/	/	

\* Inférieur à la valeur du seuil 0.

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

## 1.3 Surveillance du milieu terrestre

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment terrestre pour l'année 2019 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 minimale mesurée	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres	Spectrométrie gamma (Bq/kg)	Mensuelle	<sup>58</sup> Co	0*	0*
			<sup>60</sup> Co	0*	0*
			<sup>134</sup> Cs	0*	0*
			<sup>137</sup> Cs	0*	1,4
			<sup>40</sup> K	780	380
Lait	Spectrométrie gamma (Bq/L)	Mensuelle	<sup>58</sup> Co	0*	0*
			<sup>60</sup> Co	0*	0*
			<sup>134</sup> Cs	0*	0*
			<sup>137</sup> Cs	0*	0*
			<sup>40</sup> K	50	39

\* Inférieur à la valeur du seuil 0.

**Commentaires :** Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2018 sont présentés dans le rapport du suivi radio-écologique annuel, présenté dans les documents annexes au rapport.

#### 1.4 Surveillance des eaux de surface (eau de mer)

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2019 sont donnés dans le tableau suivant :

	Paramètre analysé	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Eau filtrée	Activité bêta globale (Bq/L)	Bimensuelle	11,3	13,6
	Tritium (Bq/L)	Bimensuelle	8,7	43
	Potassium (mg/L)	Bimensuelle	390	420
Matières en suspension	Activité bêta globale (Bq/L)	Bimensuelle	0,03	0,12

#### 1.5 Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2018 ont présentés dans le rapport du suivi radio-écologique annuel, présenté dans les documents annexes au rapport.

## 2 Surveillance des eaux souterraines

### 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 :

Paramètres	Valeurs maximales mesurées en 2019				
	Nappe N1	Nappe N2	Nappe N3b	Nappe N4	Nappe N5
$\beta$ global (Bq/L)	0,2	0,3	0,3	7,6	11
Potassium (mg/L)	3,2	3,8	3,1	240	350
Tritium (Bq/L)	< 5,6	17	< 5,6	8,3	8,6

**Commentaires :** 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.

### 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.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée				
		N1	N2	N3b	N4	N5
Conductivité	$\mu$ S/cm	771	720	834	41E3	61E3
Azote global	mg/l	12,5	7,4	6,0	12,4	1,54
COT		1,34	0,9	0,8	1,4	0,42
DCO		0*	0*	0*	150	248
Hydrocarbures totaux		0*	0*	0*	0*	0*
Métaux totaux		0.05	0.04	0.04	0.8	0.03
pH		7,6	7,7	7,3	7,9	7,9
Phosphates		0,09	0,09	0,13	0,1	0,4

\* Inférieur à la valeur du seuil 0.

**Commentaires :** 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.

## 3 Surveillance des eaux de surface

### 3.1 Domaine pélagique

Le CNPE fait réaliser plusieurs mesures et analyses par l'institut IFREMER. Quel que soit le domaine étudié, la surveillance vise à réaliser les observations simultanément en plusieurs points :

- soit représentatif de l'eau de mer pompée par le CNPE (Point Canal),
- soit représentatif des eaux de refroidissement rejetées dans le milieu marin (point rejet),
- soit au large du rejet potentiellement influencé par celui-ci (point contrôle),
- soit en dehors de toute influence de la tâche thermique (point Référence).

Certains paramètres physico-chimiques naturellement présents en milieu marin varient en fonction des saisons. Les mesures et analyses sont réalisées en fonction des saisons.

Le rapport de suivi rédigé par l'IFREMER est disponible dans les annexes de ce rapport environnemental.

### 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 2019 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 (taux de dilution recalculés > 75 %). 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 ».*

*« Concernant les **éléments chimiques (amines et trihalométhanes)**, les concentrations sont systématiquement restées inférieures à la limite de quantification sur l'ensemble de la zone et ceci au cours des trois périodes d'échantillonnage ».*

### 3.1.2 Phytoplancton

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

*« L'année 2019 apparaît comme une année marquée par de faibles valeurs de chlorophylle a au printemps et en été. Ces dernières peuvent être expliquées par l'arrivée tardive du bloom printanier qui a eu lieu fin avril. À l'instar des années précédentes, l'année 2019 a été marquée par une large dominance des diatomées sur l'ensemble des points d'échantillonnages situés à proximité du CNPE de Penly. L'évolution dans le temps de ces paramètres semble cohérente avec les connaissances que nous avons de ces paramètres en Manche.*

*Le cycle saisonnier du phytoplancton ainsi que la structure des communautés phytoplanctoniques observés en 2019 ne présentent pas de caractéristiques pouvant être reliées à l'activité du CNPE de Penly ».*

### 3.1.3 Microbiologie

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

*« L'année 2019 se caractérise par une activité relativement limitée des métriques analysées au sein du compartiment microbiologique. Les abondances de germes totaux et des vibrios halophiles sont à un niveau semblable à ce qui est généralement observé sur le site. Pour la première fois cette année, il faut noter la présence en faible abondance de l'espèce *V. Cholerae* au point Contrôle lors de la campagne estivale.*

*L'étude de l'ensemble des paramètres (germes aérobies revivifiables et *Vibrio* spp.) du compartiment microbiologique n'a pas mis en évidence, au cours de l'année 2019, de modifications significatives du milieu pouvant être en lien avec l'activité du CNPE de Penly ».*

#### 3.1.4 Zooplancton

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

*« Les données historiques acquises depuis 1987 indiquent que la biomasse sestonique ne montre pas de différences significatives entre les points de prélèvement quelle que soit la saison considérée.*

*Les abondances zooplanctoniques observées en 2019 étaient plutôt élevées en mars alors que celles de juin étaient parmi les plus faibles observées depuis 1987, tout comme au point Référence en septembre.*

*La composition et la succession des espèces sont par contre restées classiques. Le méroplancton est plus abondant au printemps, avec principalement les larves de cirripèdes (balanes). L'holoplancton domine largement le zooplancton en été et à l'automne. Comme toujours en milieu côtier tempéré, 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.*

*Chacune des espèces zooplanctoniques observées cette année respecte, pour ce que peut montrer cette analyse de trois campagnes annuelles, leur répartition saisonnière habituelle et sont caractéristique des milieux tempérés de la Manche et de la baie sud de la Mer du Nord.*

*L'influence des rejets du CNPE de Penly n'est donc pas décelable par la variabilité spatio-temporelle de la population zooplanctonique ».*

#### 3.2 Surveillance halieutique

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance halieutique à l'institut IFREMER.

L'objectif de la surveillance 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.

##### 3.2.1 Ichtyoplancton

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

*« Comme pour les années précédentes, sur les quatre espèces ciblées de l'ichtyoplancton, la sole et le sprat étaient les plus abondants sur le site du CNPE de Penly en 2019. Pour ces deux espèces, l'année 2019 montrait des abondances globalement plus élevées qu'en 2018 et dans la tendance haute des cinq dernières années, même si pour le sprat cela reste inférieur aux maximums déjà observés dans les années 90. En 2019, les campagnes ont eu lieu un peu plus tôt qu'en 2018, ce qui peut expliquer les abondances plus fortes observées pour ces deux espèces. Pour la sardine, l'année 2019 a montré des densités d'œufs plus faibles que les deux années précédentes, ce qui peut être dû à la période d'échantillonnage précoce en 2019 définie probablement en dehors du pic d'abondance.*

*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 en 2019 ».*

### 3.2.2 Macrofaune

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

*« L'indice d'abondance total de la plie est en augmentation par rapport à 2018 et proche des plus hauts historiques. Ceci principalement grâce à l'augmentation de captures d'individus du groupe 1.*

*La campagne 2019 se caractérise par une très faible quantité de poissons plats nés dans l'année et représente par conséquent avec les cinq années précédentes, l'une des campagnes les moins productives de la série historique pour ce groupe d'âge.*

*La densité globale de la crevette grise observée en 2019 est au plus bas de ce qui a été enregistré depuis le début des campagnes de prospections.*

*L'étude des paramètres du compartiment macrofaune halieutique n'a pas mis en évidence, au cours de l'année 2019, de modifications significatives du milieu pouvant être en lien avec l'activité du CNPE de Penly ».*

## 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<sup>er</sup> 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.

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

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

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent des niveaux très faibles de radioactivité artificielle dans l'environnement du CNPE dont la majeure partie trouve son origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl, ...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radio-écologique annuel réalisé par IRSN, présenté dans les documents annexes au 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](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 efficace<sup>3</sup> 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 2019 avec les dernières bases de données et enquêtes disponibles.

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

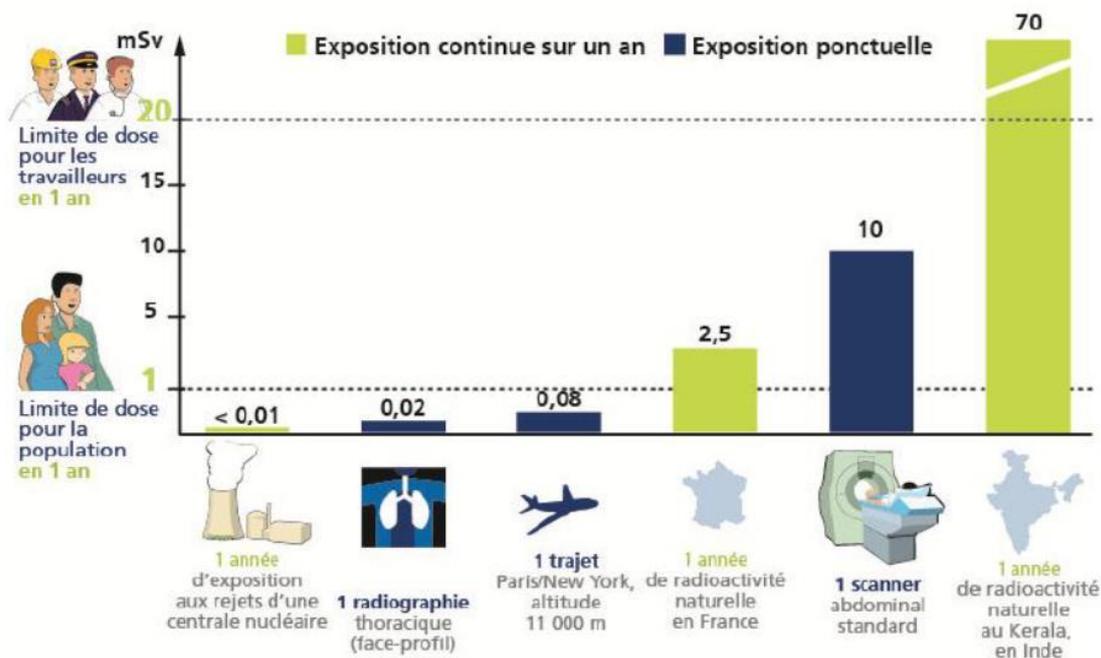
- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE,
- ils vivent toute l'année sur leur lieu d'habitation (non-prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...).

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).

---

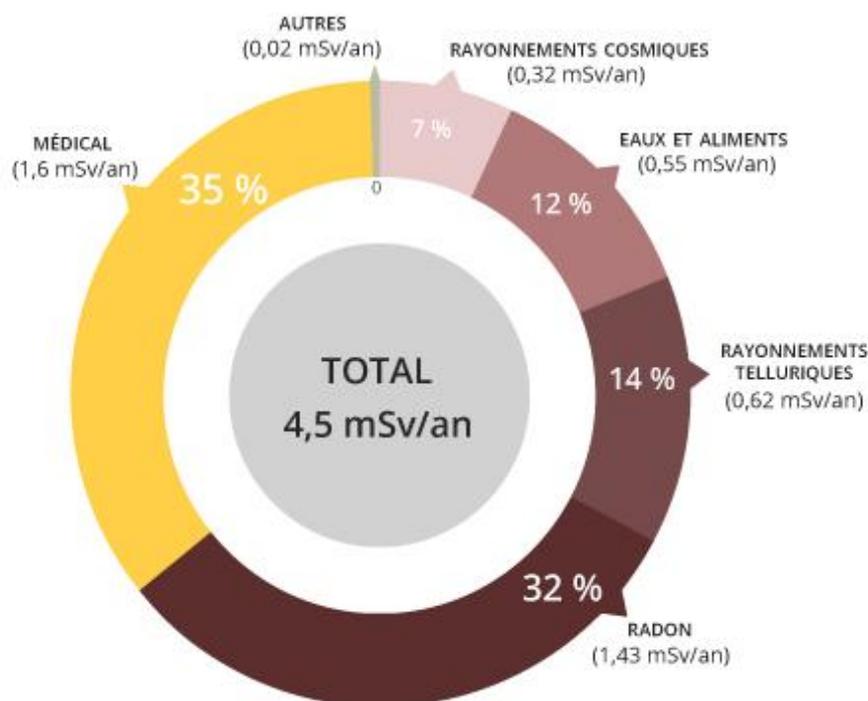
<sup>3</sup> La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique  $W_R$  ( $W_R$  = Radiation Weighting factor) facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ...) et d'un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

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



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

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



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

Le tableau suivant fournit les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2019 effectués par le CNPE de 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.

<b>ADULTE</b>	<b>Exposition externe (mSv)</b>	<b>Exposition interne (mSv)</b>	<b>Total (mSv)</b>
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,8E-06	5,4E-05	5,6E-05
Rejets d'effluents liquides	9,8E-08	3,3E-04	3,3E-04
<b>Total</b>	<b>1,9E-06</b>	<b>3,8E-04</b>	<b>3,8E-04</b>

<b>ENFANT DE 10 ANS</b>	<b>Exposition externe (mSv)</b>	<b>Exposition interne (mSv)</b>	<b>Total (mSv)</b>
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,7E-06	5,8E-05	6,0E-05
Rejets d'effluents liquides	3,3E-07	1,6E-04	1,6E-04
<b>Total</b>	<b>2,0E-06</b>	<b>2,2E-04</b>	<b>2,2E-04</b>

<b>ENFANT DE 1 AN</b>	<b>Exposition externe (mSv)</b>	<b>Exposition interne (mSv)</b>	<b>Total (mSv)</b>
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,7E-06	7,8E-05	7,9E-05
Rejets liquides	1,2E-07	4,6E-05	4,6E-05
<b>Total</b>	<b>1,8E-06</b>	<b>1,2E-04</b>	<b>1,3E-04</b>

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

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

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

## Partie VII - Gestion des déchets

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

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

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

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

Pour les Installations Nucléaires de Base du CNPE de 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.

### 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.

#### 1.1 Les catégories de déchets radioactifs

Selon la durée de vie des éléments radioactifs contenus et le niveau d'activité radiologique qu'ils présentent, les déchets sont classés en plusieurs catégories. On distingue les déchets « à vie courte » des déchets « à vie longue » en fonction de leur période (une période s'exprime en années, jours, minutes ou secondes. Elle quantifie le temps au bout duquel l'activité radioactive initiale du déchet est divisée par deux).

Tous les déchets dits « à vie courte » ont une période inférieure ou égale à 31 ans. Ils bénéficient de solutions de gestion industrielles définitives dans les centres spécialisés de l'ANDRA situés dans l'Aube à Morvilliers (déchets de Très Faible Activité, TFA) ou Soulaines (déchets de Faible à Moyenne Activité à Vie Courte, FMAVC).

Ces déchets proviennent essentiellement :

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

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

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

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

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

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

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

Après une utilisation en réacteur pendant quatre à cinq années, le combustible nucléaire contient encore 96 % d'uranium qui peut être recyclé pour produire de nouveaux assemblages de combustible. Les 4 % restants (les « cendres » de la combustion nucléaire) constituent les déchets ultimes qui sont vitrifiés et coulés dans des conteneurs en acier inoxydable : ce sont des déchets « de Haute Activité à Vie Longue (HAVL) ». Les parties métalliques des assemblages sont compactées et conditionnées dans des conteneurs en acier inoxydable qui sont entreposés dans l'usine précitée : ce sont des déchets « de Moyenne Activité à Vie Longue (MAVL) ».

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

La déconstruction produit également des déchets de catégorie similaire. Enfin, les empilements de graphite des anciens réacteurs dont la déconstruction est programmée généreront des déchets « de Faible Activité à Vie Longue (FAVL) ».

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

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

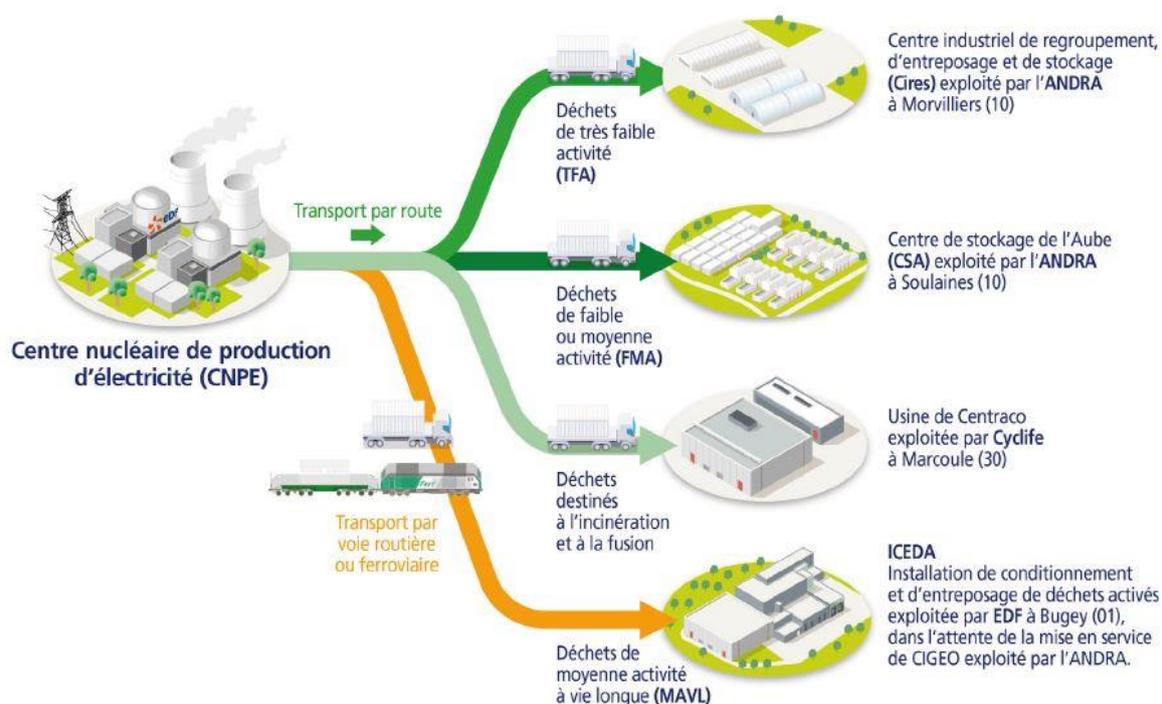
Types déchet	Niveau d'activité	Durée de vie	Classification	Conditionnement
Filtres d'eau et résines primaires	Faible et Moyenne	Courte	FMA-VC (Faible et Moyenne Activité à Vie Courte)	Fûts, coques
Filtres d'air	Très faible, Faible et Moyenne		TFA (Très Faible Activité), FMA-VC	Casiers, big-bags, futs,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

## 1.2 Le transport des déchets

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

- le Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage des déchets de très faible activité (CIREs) exploité par l'ANDRA et situé à Morvilliers (Aube),
- le Centre de Stockage de l'Aube (CSA) pour les déchets à Faible ou Moyenne Activité exploité par l'ANDRA et situé à Soulaines (Aube),
- l'installation Centraco exploitée par Cyclife France et située à Marcoule (Gard) qui reçoit les déchets destinés à l'incinération et à la fusion. Après traitement, ces déchets sont évacués vers l'un des deux centres exploités par l'ANDRA.

## DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE



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

### 1.3 Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2019

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

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2019
TFA	57,92 tonnes
FMAVC (Liquides)	28,27 tonnes
FMAVC (Solides)	171,8 tonnes
FAVL	/
MAVL	153 objets

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

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2019 (nombre de colis)
TFA	67
FMAVC (Coques béton)	25
FMAVC (fûts métalliques, PEHD)	552
FMAVC (autres)	18

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

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	215
CSA à Soulaines	210
Centraco à Marcoule	559

En 2019, 984 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés de Cyclife et de l'ANDRA.

## 2 Les déchets non radioactifs

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

- les Zones à Déchets Conventionnels (ZDC) d'une part, à l'intérieur desquelles les déchets produits ne sont ni contaminés ou activés ni susceptibles de l'être,
- les Zones à Production Possible de Déchets Nucléaires (ZPPDN) d'autre part, à l'intérieur desquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être.

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

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

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

Quantités 2019 en tonnes	Déchets Dangereux		Déchets non Dangereux non Inertes		Déchets Inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Penly tranches 1 et 2	229	189	1946	1930	661	661	2837	2780

La production de déchets inertes a fortement diminué en 2019 par rapport à l'année précédente (7 fois moins) du fait que les importants chantiers, en particulier les modifications post Fukushima et l'aménagement de parkings ou bâtiments tertiaires sont terminés en 2018.

La production de déchets dangereux est revenue à la normale (- 38 %). L'année 2018 était marquée par la production importante de mélanges d'eau avec hydrocarbures en attendant la mise en service du déshuileur de site.

La production de déchets non dangereux non inertes reste stable par rapport à 2018.

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

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

En 2019, les 2 unités de production du CNPE de Penly ont produit 2837 tonnes de déchets conventionnels : 98 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

## ABRÉVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs.

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire.

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité.

COT - Carbone Organique Total.

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours.

DCO - Demande Chimique en Oxygène.

DUS - Diesel d'Ultime Secours.

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

ESE - Évènement Significatif Environnement.

FMA - Faible Moyenne Activité.

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

INB - Installation Nucléaire de Base.

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire.

ISO - International Standard Organization.

KRT - Chaîne de mesure de radioactivité.

MES - Matières En Suspension.

PA - Produit d'Activation.

PF - Produit de Fission.

REX - Retour d'Expérience.

SME - Système de Management de l'Environnement.

SMP - Station Multi Paramètres.

TAC - Turbine À Combustion.

TEU - Traitement des Effluents Usés.

TFA - Très Faible Activité.

THE - Très Haute Efficacité.

UFC - Unité Formant Colonie.



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](http://www.edf.fr)

CNPE de PENLY  
BP 854 76207  
Dieppe Cedex  
02.35.40.60.00