



AREVA NC

ÉTABLISSEMENT DE LA HAGUE

ÉTUDE D'IMPACT

0. Introduction
1. Résumé non technique
2. Description du projet
3. Aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement
4. État initial des facteurs susceptibles d'être affectés par le projet
5. Incidences du projet sur l'environnement
6. Analyse de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs
- 7. Principales solutions de substitution examinées**
8. Mesures prévues pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs notables du projet
9. Modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées
10. Méthodes utilisées pour établir l'état initial et évaluer les incidences du projet
11. Auteurs de l'étude d'impact



SOMMAIRE

7.1. RAPPEL DU CONTEXTE	3
7.1.1. Modification des modalités de surveillance des rejets de gaz rares radioactifs.....	4
7.1.1.1. Situation initiale	4
7.1.1.2. Modification demandée	4
7.1.2. Modification des limites de flux annuels de rejets liquides chimiques en mer	5
7.1.2.1. Situation initiale	5
7.1.2.2. Modification demandée	5
7.2. PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINÉES	6
7.2.1. Solutions examinées pour la gestion des rejets de krypton 85	6
7.2.1.1. Solutions visant à réduire les rejets de krypton 85	6
7.2.1.2. Solutions visant à améliorer la dispersion atmosphérique du krypton 85.....	10
7.2.1.3. Conclusion sur les solutions examinées	11
7.2.2. Solutions examinées pour la modification relative aux rejets liquides chimiques en mer	11
7.3. RAISONS DES CHOIX EFFECTUÉS	12
7.3.1. Modification des modalités de surveillance des rejets de gaz rares radioactifs.....	12
7.3.1.1. Motivation de la demande	12
7.3.1.2. Justification de l'activité volumique proposée	12
7.3.2. Modification des limites de flux annuels de rejets liquides chimiques en mer	15
7.3.2.1. Motivation de la demande	15
7.3.2.2. Justification des valeurs limites proposées	15



7.1. RAPPEL DU CONTEXTE

Rappel : dans l'ensemble de l'étude d'impact, le terme « projet » fait référence à une demande de modification notable des prescriptions de rejet de l'établissement AREVA NC de la Hague, incluant deux modifications.

D'un point de vue réglementaire, les autorisations de rejets et les dispositions de surveillance de l'environnement de l'établissement de la Hague sont fixées par deux décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) du 22 décembre 2015 :

- décision 2015-DC-0535 fixant les prescriptions relatives aux **modalités** de prélèvement, de consommation d'eau et de rejet dans l'environnement des effluents liquides et gazeux. Cette décision comporte 84 prescriptions, numérotées [Areva-LH-1] à [Areva-LH-84] ;
- décision 2015-DC-0536 fixant les valeurs **limites** de rejet dans l'environnement des effluents liquides et gazeux, homologuée par l'arrêté du 11 janvier 2016 du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, chargé de la sûreté nucléaire. L'article 2 de cet arrêté abroge l'arrêté interministériel du 10 janvier 2003 modifié, qui fixait précédemment les autorisations de prélèvement d'eau et les limites de rejets. Cette décision comporte 17 prescriptions, numérotées [Areva-LH-85] à [Areva-LH-101].

Les deux modifications constituant le projet, détaillées au chapitre 2, sont les suivantes :

- modification de la prescription fixant les modalités de surveillance des gaz rares radioactifs dans l'environnement (voir ci-dessous au § 7.1.1) ;
- modification de la prescription fixant les flux annuels d'effluents liquides chimiques en mer, pour prise en compte de onze substances chimiques actuellement rejetées en mer par l'établissement (voir ci-dessous au § 7.1.2).

7.1.1. Modification des modalités de surveillance des rejets de gaz rares radioactifs

7.1.1.1. Situation initiale

Les gaz rares radioactifs, inertes chimiquement, sont des produits de fission issus de la réaction nucléaire. Ils sont contenus dans les combustibles à traiter. Dans l'établissement de la Hague, l'activité liée aux gaz rares radioactifs est due au krypton 85 à plus de 99,99 %.

Les gaz rares radioactifs contenus dans les combustibles sont libérés au début des opérations de traitement, lors du cisailage et de la dissolution des combustibles. Les gaz de cisailage et de dissolution traversent une unité de traitement des gaz permettant de piéger la plupart des radionucléides avant rejet à la cheminée. Cette unité de traitement des gaz n'a pas d'incidence sur la décontamination en gaz rares car ceux-ci ne peuvent pas être piégés par réaction chimique car ils sont chimiquement inertes, et ne sont pas stoppés par les filtres car ils sont sous forme gazeuse.

Pour les rejets de gaz rares radioactifs dont le krypton 85 :

- deux prescriptions de la décision 2015-DC-0536 fixent des limites de rejet en flux annuel et mensuel ;
- deux prescriptions de la décision 2015-DC-0535 imposent la surveillance des gaz rares radioactifs. Cette surveillance doit être effectuée au niveau de cinq stations réglementaires de mesure appelées « stations-villages », situées dans des communes déléguées de la Hague proches de l'établissement. La valeur d'activité volumique aux stations-villages ne doit pas dépasser **1 850 Bq/m³** en moyenne mensuelle.

7.1.1.2. Modification demandée

L'activité volumique mesurée aux stations-villages dépend de l'activité rejetée et de la dispersion assurée par les vents, en fonction de leur force et de leur direction. Dans certaines configurations de vents, l'activité volumique peut être ponctuellement plus élevée, ce qui peut conduire l'établissement à suspendre les opérations de cisailage et dissolution. De plus, en cas d'arrêt prolongé des opérations de cisailage et dissolution, il peut devenir nécessaire d'arrêter également les ateliers situés en aval (extraction et purification).

Ainsi, les vents constituent un **aléa externe** conduisant à une succession d'arrêts et redémarrages non programmés. Cette situation provoque des perturbations sur le pilotage des ateliers et l'organisation de la maintenance. Par ailleurs, l'interruption des opérations dans les ateliers d'extraction et purification implique des opérations de chasses et de recharges matières, génératrices d'effluents liquides supplémentaires.

La modification demandée concerne l'activité volumique des gaz rares mesurée dans l'environnement au niveau des stations réglementaires de mesure, fixée dans la prescription [Areva-LH-40] de la décision 2015-DC-0535 :

- **la valeur maximale de l'activité volumique en moyenne mensuelle (précédemment de 1 850 Bq/m³) est portée à 5 550 Bq/m³ ;**
- **la valeur maximale de l'activité volumique en moyenne annuelle est fixée à 1 850 Bq/m³.**

Les limites de rejets (quantités annuelle et mensuelle) ne sont pas modifiées.



7.1.2. Modification des limites de flux annuels de rejets liquides chimiques en mer

7.1.2.1. Situation initiale

L'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, dit « arrêté INB », définit les règles applicables à l'entretien et la surveillance des INB dans les différentes phases de leur vie (conception, construction, fonctionnement, mise à l'arrêt définitif, démantèlement), nécessaires à la protection de la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement. Son article 4.1.11 dispose que le rejet liquide des substances mentionnées dans le tableau présent à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement ne peut être réalisé que si une décision de l'Autorité de sûreté nucléaire fixe des limites de rejet pour ces substances.

Parmi les 157 substances de l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, seules certaines sont susceptibles d'être rejetées en mer par l'établissement, car utilisées dans le procédé de traitement des combustibles ou dans le traitement des effluents ou présentes dans les combustibles eux-mêmes. Il s'agit principalement de métaux et métalloïdes.

Certaines de ces substances sont déjà prises en compte dans les prescriptions concernant les rejets liquides chimiques en mer (baryum, cadmium, chrome, cobalt, mercure, nickel, plomb, zinc, fluorure, nitrite, phosphore, TBP).

Des mesures effectuées sur les rejets ont permis d'identifier onze autres substances présentes dans les rejets liquides en mer et non encore réglementées au titre des prescriptions de rejet applicables à l'établissement.

7.1.2.2. Modification demandée

La modification demandée concerne la prise en compte de onze substances chimiques (antimoine, argent, arsenic, bore, cuivre, étain, molybdène, sélénium, titane, uranium, vanadium) dans les prescriptions de rejet de l'établissement de la Hague, afin de permettre la mise en cohérence desdites prescriptions avec l'article 4.1.11 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, dit « arrêté INB ».



7.2. PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINÉES

7.2.1. Solutions examinées pour la gestion des rejets de krypton 85

L'activité liée aux gaz rares radioactifs dans les rejets de l'établissement de la Hague étant due au krypton 85 à plus de 99,99 %, les études techniques d'optimisation portent sur cet élément.

Deux types de solutions ont été examinés pour la gestion des rejets de krypton 85 :

- des solutions visant à **réduire la quantité** de krypton 85 rejetée lors du traitement des combustibles ;
- des solutions visant à **améliorer la dispersion** atmosphérique du krypton 85.

7.2.1.1. Solutions visant à réduire les rejets de krypton 85

Comme indiqué au § 2.2.2.1.4 du chapitre 2, l'unité de traitement des gaz n'a pas d'incidence sur la décontamination en krypton 85. En effet, celui-ci étant chimiquement inerte, il ne peut pas être piégé par réaction chimique. De plus, étant sous forme gazeuse, il n'est pas stoppé par les filtres (contrairement aux radionucléides en suspension sous forme d'aérosols).

La réduction des rejets de krypton nécessite donc :

- dans un premier temps, de **séparer** le krypton du flux gazeux ;
- dans un second temps, d'**entreposer** le krypton pendant plusieurs années avant de le rejeter. En effet, le krypton 85 ayant une **période radioactive** relativement courte (10,7 ans), son entreposage permettrait de réduire l'activité à rejeter. Ainsi, l'activité serait divisée par 10 après 35 ans d'entreposage (voir encart ci-contre).



Période radioactive :

temps nécessaire pour que la moitié des atomes se désintègrent naturellement.

Application au krypton 85 :

La période radioactive est de 10,7 ans, ce qui signifie que l'activité est divisée par 2 en 10,7 ans. On peut en déduire la décroissance annuelle, qui est de 1,067 (car $1,067^{10,7} = 2$).

Ainsi, en 35 ans, l'activité est divisée par $1,067^{35}$, soit environ 10.

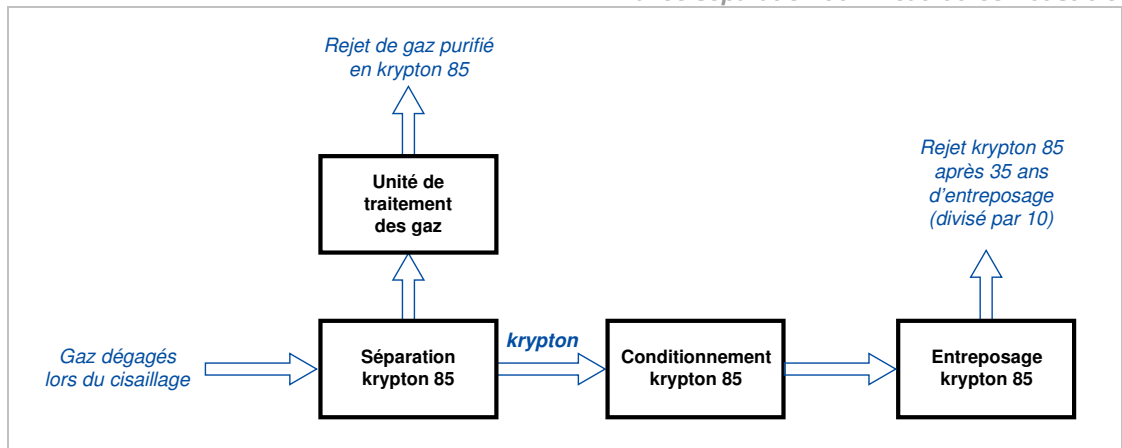
Des études sont menées au niveau international dans le but d'identifier des technologies à mettre en œuvre pour séparer le krypton 85 et en assurer une gestion spécifique. Parmi les principales pistes de recherche envisagées, les procédés suivants et leur applicabilité à l'établissement de la Hague ont été examinés :

- d'une part pour la séparation du krypton (soit au niveau du combustible, soit au niveau de l'effluent gazeux) et son éventuelle concentration avant entreposage ;
- d'autre part pour son entreposage (après séparation et éventuelle concentration).

Note : l'entreposage du flux gazeux sans séparation du krypton n'est pas envisageable compte tenu du volume total qui devrait être entreposé.

7.2.1.1.1. Procédés de séparation du krypton 85 au niveau du combustible

Principe de la décroissance par entreposage avec séparation au niveau du combustible



Deux familles de procédés de séparation du krypton 85 au niveau du combustible ont été examinées :

- la voloxydation associée à un traitement **OREOX** ;
- les procédés pyrochimiques ou pyrométallurgiques.

7.2.1.1.1.1. Voloxydation associée à un traitement OREOX

La voloxydation vise à isoler, en amont de l'étape de dissolution du combustible, les produits de fission volatils (notamment le krypton 85) dans un flux gazeux de volume réduit. Pour ce faire, les tronçons d'éléments combustibles sont introduits, après le cisailage, dans un four de géométrie sous critique balayé par un flux de gaz oxydant à forte température (plusieurs centaines de degrés). Le nouveau flux gazeux peut faire l'objet de différents traitements visant à piéger les radionucléides.

Des essais ont permis d'évaluer que le procédé de voloxydation complété d'un traitement OREOX permettrait d'isoler 84 % du krypton 85.

OREOX : ce traitement consiste en des cycles d'oxydation/réduction à forte température. Le traitement OREOX n'a pas fait l'objet d'application industrielle et nécessite d'importantes étapes de Recherche et Développement.

Cependant, le procédé de voloxydation ne dispose pas d'un retour d'expérience industriel permettant de valider son efficacité. De plus, cette solution présente deux inconvénients majeurs :

- elle nécessiterait l'implantation de deux unités de voloxydation (fours sous-critiques de grande longueur) entre la cisaille et la dissolution ;
- elle entraînerait une consommation d'énergie conséquente (augmentation de 7 % de la consommation de l'établissement).

7.2.1.1.1.2. Procédés pyrochimiques ou pyrométallurgiques

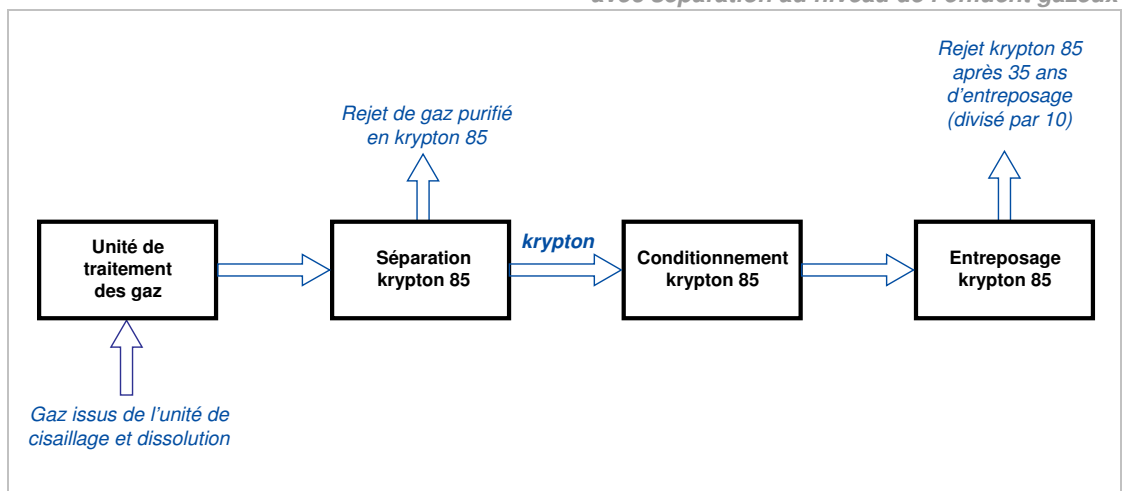
Le traitement des combustibles usés à l'aide des procédés pyrochimiques (à haute température) consiste à dissoudre le combustible usé et à séparer les espèces chimiques dans un milieu salin fondu. Ces procédés sont incompatibles avec le procédé **PUREX** mis en œuvre dans l'établissement de la Hague.



Le procédé **PUREX** est basé sur une opération dénommée « extraction liquide-liquide », qui utilise les solubilités différentes des produits dans deux liquides non miscibles pour pouvoir les séparer.

7.2.1.1.2. Procédés de séparation/concentration du krypton 85 au niveau de l'effluent gazeux


Principe de la décroissance par entreposage avec séparation au niveau de l'effluent gazeux



Deux procédés de séparation/concentration du krypton ont été examinés :

- la distillation **cryogénique** ;
- l'absorption par les solvants.

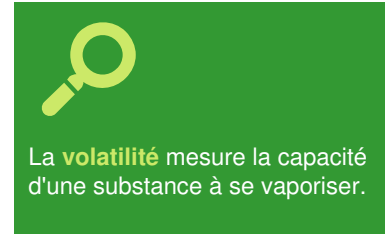
D'autres procédés font l'objet de recherches mais n'ont pas été examinés car ils ne bénéficient pas à l'heure actuelle de développements suffisants pour être pris en compte : l'adsorption modulée en pression ou en température, la séparation sur membranes, l'encapsulation moléculaire.



La **cryogénie** est l'utilisation de basses températures (inférieures à -150 °C) pour bénéficier des phénomènes physiques qui s'y manifestent.

7.2.1.1.2.1. Distillation cryogénique

Le principe de la distillation cryogénique repose sur la différence de **volatilité** des gaz à séparer, dont la température d'évaporation est très basse (à titre d'exemple -153 °C pour le krypton). Il est considéré que ce procédé permettrait d'isoler 99 % du krypton 85 qui se trouve dans les gaz de dissolution. La distillation cryogénique dispose d'une maturité à l'échelle industrielle dans le secteur conventionnel.



La mise en œuvre d'une distillation cryogénique imposerait de traiter en amont le flux gazeux afin de supprimer les composés condensables à basse température (H₂O, CO₂, NO_x). De plus, cette solution se heurte à plusieurs obstacles :

- le volume de gaz qui devrait être traité par distillation cryogénique est trop important ;
- le volume des équipements nécessaires est incompatible avec l'espace disponible dans les installations ;
- l'utilisation d'un procédé cryogénique en milieu radioactif induit des difficultés spécifiques, car la radiolyse de l'oxygène entraîne la production d'ozone au caractère fortement réactif.

7.2.1.1.2.2. Absorption par les solvants

Le principe de l'absorption par un solvant repose sur la différence de solubilité des différents composés d'un effluent gazeux dans un flux liquide. Il est considéré que l'absorption par un solvant permettrait d'isoler 90 % du krypton 85 qui se trouve dans les gaz de dissolution.

L'absorption par un solvant dispose d'une maturité intéressante avec l'utilisation de fréon. Ce composé est néanmoins proscrit compte tenu de son effet sur l'environnement.

L'utilisation du procédé d'absorption nécessiterait de la R&D pour trouver un nouveau solvant adapté autre que le fréon.

7.2.1.1.3. Procédés de conditionnement permettant l'entreposage du krypton 85

Deux procédés de conditionnement du krypton 85 ont été examinés :

- le conditionnement en bouteilles (haute ou basse pression) ;
- le conditionnement dans des conteneurs remplis d'adsorbants.

7.2.1.1.3.1. Entreposage dans des bouteilles

Avec des gaz inactifs, la faisabilité technique du conditionnement sous pression est acquise à l'échelle industrielle.

L'entreposage à basse pression est la solution la plus simple. Elle consiste à conditionner le gaz dans des bouteilles cylindriques. Elle n'offre cependant aucun gain en termes de volume, ce qui est défavorable à une application industrielle.

L'entreposage à haute pression permet de diminuer fortement le volume d'entreposage. Cette voie présente néanmoins des risques importants de rejets accidentels liés à une rupture de confinement. De plus, dans le cas particulier du conditionnement du krypton 85, un risque supplémentaire de corrosion provenant du rubidium, un produit de décroissance du krypton 85, peut être induit. En effet, le rubidium a une réactivité importante avec le matériau des bouteilles à haute pression.

7.2.1.1.3.2. *Entreposage dans des conteneurs remplis d'adsorbants*

L'**adsorbant** peut être un tamis moléculaire ou des charbons actifs.

Cette technique est un compromis entre le conditionnement à basse et à haute pression, qui présente un double avantage :

- elle permet une réduction du volume d'un facteur de 10 par rapport à un conditionnement à basse pression ;
- les risques de corrosion et de fuite sont plus faibles que pour un conditionnement à haute pression.

Néanmoins, cette technique pose certains problèmes :

- évacuation insuffisante de la puissance thermique ;
- tenue de l'adsorbant à la pression et à la température non acquise.



Adsorption : phénomène par lequel des molécules de gaz ou de liquides se fixent sur une surface solide (adsorbant).

Analogie : l'eau est adsorbée dans une éponge.

7.2.1.2. **Solutions visant à améliorer la dispersion atmosphérique du krypton 85**

Les solutions techniques présentées ci-dessus ne permettant pas de réduire les rejets de krypton 85, un autre type de solutions a été examiné pour réduire l'activité volumique : l'amélioration de la dispersion atmosphérique. En effet, pour une activité de krypton 85 rejetée, l'activité volumique en un lieu donné dépend de la dispersion atmosphérique : plus la dispersion est importante, plus l'activité volumique est faible.

7.2.1.2.1. **Élévation de la hauteur d'éjection des gaz**

Un principe permettant l'amélioration de la dispersion est l'élévation de la hauteur d'éjection des gaz. Plusieurs voies ont été étudiées pour élever cette hauteur, avec l'aide d'un outil de modélisation prenant en compte la topographie et les conditions météorologiques particulières du site. Les voies ainsi étudiées sont :

- le chauffage des gaz : une température de l'ordre de 500-1000 °C serait nécessaire ;
- l'augmentation de la vitesse d'éjection : une vitesse de l'ordre de plusieurs centaines de km/h serait nécessaire ;
- l'augmentation de la hauteur physique de rejet : une hauteur de cheminée de 200 mètres de hauteur permettrait de diluer les rejets. Cependant, cette solution aurait un fort impact visuel. De plus, la faisabilité technique d'un tel ouvrage, prenant en compte le risque sismique et les critères de résistance au vent, n'est pas acquise.

7.2.1.2.2. **Répartition du rejet de krypton en fonction des conditions de vent**

Une autre option pour améliorer la dispersion serait d'associer les rejets avec les épisodes de vent les plus propices à une bonne dispersion atmosphérique : vents puissants et/ou orientés favorablement.

Cette solution nécessiterait d'isoler le krypton 85 afin de l'entreposer pendant une courte durée (au maximum quelques jours) jusqu'à l'arrivée de conditions météorologiques optimales. Cette solution se heurte aux difficultés techniques évoquées dans les paragraphes précédents concernant la séparation et l'entreposage du krypton 85.

7.2.1.3. Conclusion sur les solutions examinées

7.2.1.3.1. Conclusion sur les solutions visant à réduire les rejets de krypton

Les procédés de traitement du krypton identifiés ne constituent pas à l'heure actuelle des solutions accessibles pour réduire les rejets de krypton 85. En effet, la faisabilité de la mise en œuvre de ces procédés sur le site est mise en doute, compte tenu des risques de sûreté induits et/ou des volumes d'équipements nécessaires.

7.2.1.3.2. Conclusion sur les solutions visant à améliorer la dispersion atmosphérique du krypton 85

Les solutions examinées ne sont pas envisageables compte tenu des difficultés techniques associées aux différentes options.

7.2.2. Solutions examinées pour la modification relative aux rejets liquides chimiques en mer

La modification correspond à la prise en compte d'un texte réglementaire. Il n'a pas été examiné de solution de substitution.

Les valeurs limites proposées sont justifiées ci-après au § 7.3.2.2.



7.3. RAISONS DES CHOIX EFFECTUÉS

7.3.1. Modification des modalités de surveillance des rejets de gaz rares radioactifs

7.3.1.1. Motivation de la demande

Les vents constituent un **aléa externe** conduisant à une succession d'arrêts et redémarrages non programmés. Cette situation provoque des perturbations sur le pilotage des ateliers et l'organisation de la maintenance.

Ces perturbations de l'exploitation motivent la demande de modification de la valeur d'activité volumique des gaz rares à ne pas dépasser en moyenne mensuelle au niveau des stations réglementaires de mesure. La modification demandée vise à optimiser l'exploitation des usines en limitant la part d'aléas externes influant sur le pilotage des installations, ce qui contribue également à renforcer la sûreté de l'exploitation.

De plus, en limitant les arrêts et redémarrages dans les ateliers, la modification permet d'éviter des rejets liquides supplémentaires induits par les opérations de chasses et de recharges matières suite à l'interruption des opérations dans les ateliers d'extraction et purification.

7.3.1.2. Justification de l'activité volumique proposée

La valeur maximale de l'activité volumique en moyenne mensuelle (précédemment de 1 850 Bq/m³) est portée à 5 550 Bq/m³.

La valeur maximale de l'activité volumique en moyenne annuelle est maintenue à 1 850 Bq/m³.

Les limites de rejets (quantités annuelle et mensuelle) ne sont pas modifiées.

7.3.1.2.1. *Activité volumique maximale proposée pour la moyenne mensuelle*

La valeur proposée pour la moyenne mensuelle (5 550 Bq/m³) a été définie à partir de la Concentration Maximale Admissible (CMA) pour les travailleurs, précisée dans le décret n°67-228 du 15 mars 1967. La CMA du krypton 85 est de $3 \cdot 10^{-6}$ Ci/m³ pour les travailleurs, soit 111 000 Bq/m³.

En France, la limite autorisée pour les personnels exposés est de 20 mSv/an, tandis qu'elle est de 1 mSv/an pour la population. La valeur de **5 550 Bq/m³** pour le public est obtenue en appliquant ce même rapport de 1 sur 20 à la CMA des travailleurs (111 000 / 20 = 5 550).



Le **curie** (symbole **Ci**) est l'ancienne unité de radioactivité, désormais remplacé par le Becquerel (Bq).

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

*Note : le calcul de la moyenne mensuelle initiale (1 850 Bq/m³) avait été effectué de la même manière, mais en considérant la CMA du krypton 85 **métastable**. Celle-ci est de 10⁻⁶ Ci/m³ pour les travailleurs, soit 3 fois plus faible que celle du krypton 85. Or les gaz rares rejetés par l'établissement de la Hague ne contiennent pas de krypton 85 métastable. En effet, sa période radioactive n'étant que de 4,48 heures, il n'est plus présent dans le combustible à traiter après quelques années de refroidissement.*

La valeur proposée pour la moyenne mensuelle est en cohérence avec la nature des gaz rares rejetés par l'établissement de la Hague.

7.3.1.2.2. **Activité volumique maximale proposée pour la moyenne annuelle**

La valeur maximale fixée jusqu'alors pour la moyenne mensuelle (1 850 Bq/m³) est maintenue pour la moyenne annuelle.

La création de cette valeur maximale pour la moyenne annuelle permet de ne pas augmenter l'impact global annuel des rejets, puisque l'enveloppe autorisée pour l'activité volumique annuelle est inchangée (1 850 Bq/m³ en moyenne tous les mois = 1 850 Bq/m³ en moyenne sur l'année).

7.3.1.2.3. **Impact sur l'exploitation des ateliers**

Afin de vérifier la pertinence des valeurs proposées, le nombre de jours d'arrêt de cisailage a été évalué. L'évaluation a été menée en prenant en compte des hypothèses d'exploitation raisonnablement majorantes et représentatives des projets industriels à venir :

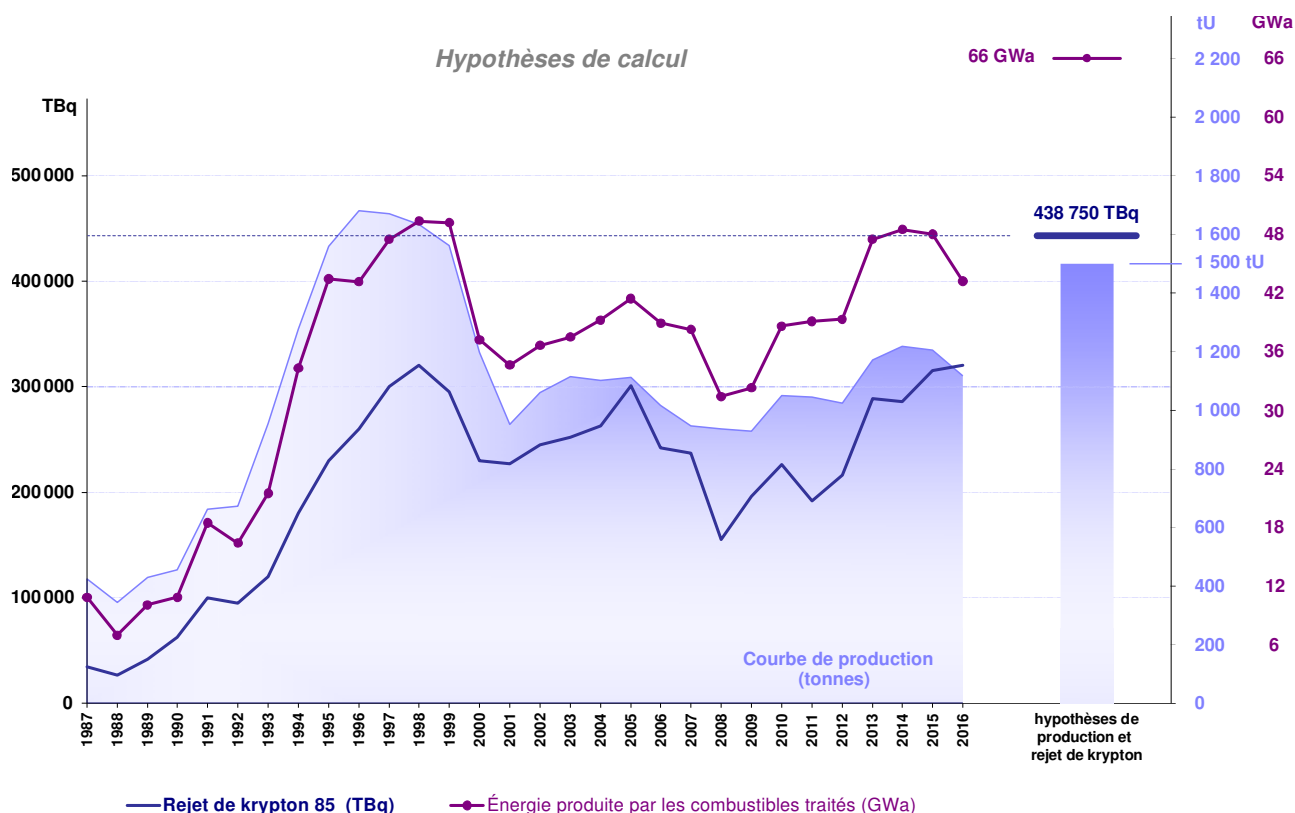
- production : 1500 tonnes/an, avec au maximum 200 tonnes/mois ;
- caractéristiques des combustibles à traiter : **taux de combustion massique** égal à 48 GWj/tU et taux de refroidissement de 8 ans.

Pour ce type de combustibles, le rejet de krypton est évalué à 292 TBq par tonne traitée. Le rejet de krypton associé à ce scénario de production serait donc de 438 750 TBq/an, avec un maximum de 58 500 TBq/mois. Ces hypothèses sont représentées sur le graphique page suivante, qui rappelle également l'évolution de la production et des rejets de krypton depuis 30 ans.

Pour évaluer le nombre de jours d'arrêt de cisailage selon la valeur limite de l'activité volumique mensuelle en gaz rares, les activités volumiques associées à ces hypothèses de production ont été calculées en prenant en compte le retour d'expérience des conditions de vent sur la période 2000-2013.



Le **taux de combustion massique** mesure la quantité d'énergie qui a été produite en réacteur par le combustible.



Les résultats obtenus sont les suivants :

- en considérant la valeur d'activité volumique mensuelle en gaz rares actuelle (1 850 Bq/m³) : le seuil est fréquemment atteint (environ 65 % des mois), ce qui conduit à de nombreux jours d'arrêt de cisailage (jusqu'à 28 jours d'arrêt l'année la plus défavorable) ;
- en considérant la valeur d'activité volumique mensuelle en gaz rares proposée (5 550 Bq/m³) : le seuil est atteint 14 % des mois, ce qui conduit à un nombre limité de jours d'arrêt de cisailage (7 jours d'arrêt l'année la plus défavorable).

Ainsi, l'analyse des rejets et des conditions de vents au cours sur 14 ans montre que la valeur proposée pour la moyenne mensuelle permettra de réduire notablement le nombre de jours d'arrêt de cisailage. La valeur proposée est donc cohérente avec le retour d'expérience des conditions météorologiques et le projet industriel de l'exploitant.

7.3.2. Modification des limites de flux annuels de rejets liquides chimiques en mer

7.3.2.1. Motivation de la demande

Les onze substances objet de la demande (antimoine, argent, arsenic, bore, cuivre, étain, molybdène, sélénium, titane, uranium, vanadium) ont été identifiées dans les rejets liquides en mer et n'étaient pas réglementées au titre des prescriptions de rejet de l'établissement.

7.3.2.2. Justification des valeurs limites proposées

Parmi les onze substances objet de la demande :

- huit substances (antimoine, argent, bore, étain, molybdène, sélénium, titane, vanadium) ne faisaient l'objet d'aucun suivi ;
- deux substances (arsenic et cuivre) faisaient déjà l'objet d'un suivi régulier en liaison avec la décision d'agrément de l'agence de l'eau Seine-Normandie en 2009 ;
- une substance (uranium) faisait déjà l'objet d'un suivi radiologique régulier mais ne faisait pas l'objet de mesures chimiques.

La méthodologie utilisée pour déterminer les valeurs limites proposées est présentée ci-dessous pour les différents cas.

7.3.2.2.1. Cas général (antimoine, argent, bore, étain, molybdène, sélénium, titane, vanadium)

Les différentes substances ont fait l'objet d'analyses mensuelles pendant 24 mois (août 2015 à juillet 2017) dans les rejets liquides en mer de types V et GR.

Note : la mesure n'a pas été réalisée sur les rejets de type A, en trop faible quantité pour faire l'objet d'une étude statistique. Pour déterminer le flux total, il est considéré que la contribution des rejets A est égale à la contribution des rejets de type V.

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une analyse statistique afin de définir pour chacune des substances étudiées dans les deux types de rejets :

- la limite de détection **LD** (en µg/L) ;
- la limite de quantification **LQ** (en µg/L) ;
- la concentration moyenne observée (µg/L) ;
- la masse rejetée estimée (g).



LQ et LD

La **Limite de Quantification (LQ)** : plus petite valeur d'un paramètre pouvant être déterminée quantitativement dans un échantillon avec une exactitude définie.

La **Limite de Détection (LD)** : plus petite quantité ou concentration d'un paramètre dans l'échantillon d'essai qui peut être distinguée de manière fiable du zéro.

En général, $LD \approx 1/3 \text{ de } LQ$.

Quatre substances sont détectées mais **non quantifiables** ($LD < \text{résultat} < LQ$) : étain, sélénium, titane, vanadium. Dans ce cas, le flux estimé est égal au produit du volume annuel rejeté par 2 fois la LQ (afin de prendre en compte la probabilité non nulle d'un rejet à une concentration significative, c'est-à-dire supérieure à la LQ).

Quatre substances sont détectées **et quantifiées** ($\text{résultat} > LQ > LD$) : antimoine, argent, bore, molybdène. Dans ce cas, le flux estimé est égal au produit du volume annuel rejeté par la concentration retenue.

7.3.2.2. Cas du cuivre et de l'arsenic

Les valeurs des rejets en cuivre et en arsenic ont fait l'objet d'une analyse statistique, analogue à celle expliquée précédemment. Il est à noter que les concentrations en arsenic sont mesurées en limite de quantification.

7.3.2.3. Cas de l'uranium

Le flux estimé est basé sur le retour d'expérience des mesures réalisées sur la période 2006-2016. La mesure est réalisée par spectrométrie alpha.

7.3.2.4. Synthèse des limites proposées

Dans tous les cas, la limite proposée en flux prend en compte un coefficient de marge de 4 par rapport au flux estimé. Les valeurs obtenues sont ensuite exprimées en kg/an, avec deux chiffres significatifs, arrondies au multiple de 5 immédiatement supérieur.

Limites proposées pour la modification de la prescription [Areva-LH-95] de la Décision 2015-DC-0536			
Substance	Limite proposée pour le flux annuel (kg/ an)	Substance	Limite proposée pour le flux annuel (kg/ an)
Antimoine	30	Molybdène	30
Argent	20	Sélénium	60
Arsenic	20	Titane	20
Bore	250	Uranium	120
Cuivre	85	Vanadium	20
Étain	15		