



Paris, le 28 octobre 2020

## **Contribution à la concertation sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR)**

*La Société française d'énergie nucléaire (Sfen) est une association scientifique et technique à but non lucratif, qui rassemble 4 000 professionnels, ingénieurs, techniciens, chimistes, médecins, professeurs, et étudiants, des sites industriels et des organismes de recherche nucléaire français. Sa mission est le développement des connaissances de toutes celles et ceux qui s'intéressent à l'énergie nucléaire.*

### **POSITION DE LA SFEN**

#### **La gestion de l'uranium appauvri et son caractère valorisable**

##### **Résumé**

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), dans son avis du 8 octobre<sup>1</sup> 2020, estime que « *la valorisation d'une matière radioactive peut être considérée comme plausible si l'existence d'une filière industrielle est réaliste à un horizon d'une trentaine d'années* ». Elle ajoute qu'il est, « *indispensable qu'une quantité substantielle d'uranium appauvri soit requalifiée, dès à présent, en déchet* ».

Cet avis de l'ASN n'est que consultatif et s'inscrit dans le cadre de la Concertation relative à la cinquième édition PNGMDR ouverte par le Ministère de la Transition Ecologique (MTE) jusqu'au 3 Février 2021.

La Sfen rappelle que l'uranium appauvri recèle un potentiel énergétique important : 300 g de cette matière peuvent produire, à la suite de son réenrichissement, autant d'énergie qu'une tonne de pétrole. Les stocks actuels constituent aujourd'hui une mine domestique :

- Les conditions d'entreposage de ces matières faiblement radioactives sont satisfaisantes d'un point de vue de la sûreté, et ce dans la durée.

---

<sup>1</sup> Avis n°2020-AV-0363 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 8 Octobre 2020 sur les études concernant la gestion des matières radioactives et l'évaluation de leur caractère valorisable

- La valorisation doit être abordée du point de vue de ses bénéfices environnementaux, selon une démarche d'économie circulaire, et de ses bénéfices économiques et stratégiques. Tous justifient la poursuite de sa gestion en matières, y compris sur une durée allant au-delà de cent ans, si besoin est.

## Informations complémentaires

### *Rappel sur l'uranium appauvri*

L'uranium appauvri est un sous-produit du processus d'enrichissement de l'uranium naturel.

Près de 7 000 tonnes sont produites par an dans l'usine Georges Besse II d'Orano sur le site du Tricastin et qui enrichit l'uranium à la fois pour les besoins en combustible des réacteurs d'EDF, mais aussi pour des clients étrangers.

### 1. Sur la sûreté des conditions des entreposages existants

L'uranium appauvri qui n'est pas valorisé est entreposé en toute sûreté sous la forme d'oxyde (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), qui se présente sous la forme de poudre noire. Il est très stable, incombustible, insoluble dans l'eau et non corrosif. Ses propriétés physiques le rendent donc adapté au transport et à l'entreposage. Il est moins radioactif que l'uranium naturel en provenance des mines, et est une matière de faible activité.

L'uranium appauvri est entreposé essentiellement sur les sites industriels Orano du Tricastin et de Bessines-sur-Gartempe.

Au Tricastin, l'uranium appauvri est conditionné sous forme solide (poudre) dans des fûts en acier de 200 litres, (chacun contient environ 400 kg de matière), lesquels sont placés dans des conteneurs métalliques scellés dits « cubes verts », d'une contenance moyenne de l'ordre de 7 tonnes d'uranium. Ces conteneurs sont entreposés dans un bâtiment.

A Bessines sur le site industriel d'Orano, une installation d'entreposage a été construite entre 1995 et 1998, pour accueillir près de 199 900 tonnes d'uranium appauvri, dans 10 bâtiments fermés. La capacité autorisée de Bessines a été portée à 260 000 tonnes par un nouvel arrêté préfectoral le 19 juillet 2018. Ainsi 2 bâtiments additionnels ont été récemment construits en 2020. La poudre est conditionnée dans des conteneurs de 3m<sup>3</sup> contenant en moyenne 12 tonnes d'uranium appauvri.

Les entreposages du Tricastin et de Bessines n'ont subi aucun incident ni détecté d'anomalie radiologique depuis le début de leur exploitation. La matière est sous le contrôle EURATOM, ce qui implique des contrôles d'inventaire annuels qui n'ont abouti à date à aucune anomalie.

La matière nucléaire est également régie par le code de la Défense. De ce fait elle est entreposée dans des bâtiments sous protection physique (vidéo-surveillance, alarme intrusion, etc.).

## 2. Sur les questions environnementale, économique et stratégique

### a. Une question environnementale : l'utilisation efficace des ressources

**Les réserves minérales, et les matières contenant des isotopes fissiles en particulier, sont d'abord une ressource qu'il convient d'économiser et de mieux valoriser, dans une démarche d'économie circulaire.**

Comme le rappelait récemment Gael Giraud<sup>2</sup>, l'histoire montre que les réserves minérales n'ont cessé de croître au cours des dernières décennies à mesure que le progrès technique et le renchérissement de la valeur économique rendaient plus attractives l'exploration des limites du stock minéral dans la croûte terrestre. Cependant, notre consommation de minerais a crû de manière exponentielle depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, et viendra inévitablement un moment où la quantité de matière disponible pour l'extraction, qui est finie, ne pourra croître à cette vitesse. Il est donc nécessaire dans tous les domaines de veiller à mieux utiliser nos ressources et à limiter les impacts croissants de l'extraction des ressources naturelles. **L'économie circulaire vise à réduire, à service équivalent, la consommation de ressources naturelles et à limiter la production de déchets.** Cette démarche doit s'appliquer à tous les secteurs industriels, a fortiori à l'industrie nucléaire, troisième industrie nationale. En France, elle fait l'objet d'une loi « anti-gaspillage pour une économie circulaire » qui entend accélérer le changement de modèle de production et de consommation afin de limiter les déchets et préserver les ressources naturelles, la biodiversité et le climat.

La France a été un pays minier : l'exploitation des mines d'uranium en France entre 1948 et 2001 a conduit à la production de 80 000 tonnes d'uranium naturel sur 236 sites miniers. Si ces sites ne sont plus aujourd'hui exploités, la France dispose, au travers d'Orano, d'un stock de 300 000 tonnes d'uranium appauvri, issu de ses installations d'enrichissement historiques (usine Eurodif) et actuelle (usine Georges Besse II).

L'uranium appauvri n'est autre que de l'uranium dont la teneur moyenne en <sup>235</sup>U (isotope fissile de l'uranium) est de l'ordre de 0,25 % dans le cas du stock français, alors que l'uranium naturel a une teneur de 0,7% en <sup>235</sup>U. Il est techniquement tout à fait possible de réenrichir l'uranium appauvri, pour en faire du combustible pour le parc actuel mondial de réacteurs à eau légère, avec un taux d'enrichissement entre 2 et 5 %.

L'uranium appauvri recèle un potentiel énergétique important : **300 grammes de cette matière peuvent produire, à la suite de son ré-enrichissement, autant d'énergie qu'1 tonne de pétrole.**

---

<sup>2</sup> Préface à « Matières premières et énergie : les enjeux de demain » Olivier Vidal, ISTE éditions, 2018

## **b. Une question économique**

Aujourd'hui, l'uranium appauvri entre à plus de 90 % dans la composition du combustible MOX, en complément du plutonium. 100 tonnes par an sont ainsi valorisées.

- ***La question de l'opportunité de réenrichir l'uranium appauvri est fonction de critères économiques :***

Dans le passé, Orano a pratiqué le ré-enrichissement d'une partie de son stock d'uranium appauvri (de l'ordre de 60 000 tonnes<sup>3</sup>) directement dans ses installations ou à l'étranger. Les 300 000 tonnes d'uranium appauvri actuellement entreposées sont équivalentes, selon Orano, à 60 000 tonnes d'uranium naturel, et sont susceptibles de compléter l'offre Orano de fourniture d'uranium naturel non seulement auprès d'EDF, mais sur le marché mondial de l'uranium. Il s'agit donc là d'une mine domestique au fonctionnement souple, qui pourra être mise en œuvre en quelques mois seulement, à comparer aux 10 ans de développement pour une mine classique.

La décision d'exploiter cette ressource relève d'un arbitrage économique entre d'un côté, son coût d'exploitation (conversion + enrichissement) et de l'autre celui de l'uranium naturel, qui a une teneur en uranium fissile plus forte, et est acheté sur le marché mondial à un prix qui varie. Ces dernières années, le prix bas de l'uranium a rendu l'exploitation de l'uranium appauvri non compétitive. On peut anticiper, comme sur tous les marchés de matières premières de commodités, un retour à terme sur des prix élevés, tirés en particulier par la croissance du parc nucléaire mondial (en Asie notamment) en phase avec les scénarios d'atteinte de la neutralité carbone publiés par les grandes institutions (GIEC, AIE). Orano a présenté<sup>4</sup> un scénario prospectif qui permettrait de valoriser la totalité du stock d'uranium de 1<sup>er</sup> cycle<sup>5</sup> dans l'hypothèse où l'évolution de la capacité nucléaire mondiale nécessiterait la mise en exploitation de nouvelles mines au coût d'extraction plus élevé à l'horizon 2025-2030.

- ***Au-delà de la valorisation énergétique, des opportunités technico-économiques :***

Au-delà de la valorisation énergétique, les stocks de matières peuvent se révéler être des « ressources secondaires » futures pour des applications entièrement nouvelles. Orano a ainsi développé une filière médicale (Orano Med) qui ambitionne de développer une nouvelle génération de thérapies ciblées contre le cancer grâce aux propriétés

---

<sup>3</sup> Orano cahier d'acteur débat PNGMDR 2019

<sup>4</sup> Orano débat PNGMDR Saclay 27 Juin 2019

<sup>5</sup> L'uranium de 1<sup>er</sup> cycle est l'uranium appauvri issu de l'enrichissement d'uranium naturel, l'uranium de 2<sup>nd</sup> cycle est l'uranium appauvri issu de l'enrichissement de l'uranium appauvri de 1<sup>er</sup> cycle

uniques du plomb-212 ( $^{212}\text{Pb}$ ), un radioisotope émetteur alpha d'une grande rareté, extrait justement à partir de sels naturels de thorium provenant d'anciennes activités minières du groupe.

Dans le cas de l'uranium appauvri, Orano a déclaré poursuivre un important programme de R&D afin d'évaluer **les possibilités d'utilisation de l'uranium appauvri** (l'uranium issu d'un second cycle d'enrichissement en particulier) à d'autres fins que la production électronucléaire : blindage radiologique, batteries, panneaux photovoltaïques, catalyseurs, convertisseurs thermoélectriques et stockage de la chaleur. Le potentiel d'utilisation serait du même ordre de grandeur que le tonnage d'uranium de second cycle.

### c. Une question stratégique

#### - ***Un stock garantissant notre souveraineté énergétique à court et moyen terme :***

Avec la crise de la Covid-19, la question de la souveraineté de nos chaînes d'approvisionnement est revenue au premier plan. EDF dispose à court terme d'un stock d'uranium en France correspondant à deux ans de production d'électricité : en comparaison, les réserves d'hydrocarbures représentent moins de 6 mois de la consommation annuelle française.

Avec l'uranium appauvri, la France dispose d'une réserve stratégique qui peut se substituer, après ré-enrichissement, à 7 à 8 ans de consommation d'uranium naturel pour le parc des réacteurs nucléaires français, en utilisant les capacités de conversion et d'enrichissement nationales.

#### - ***Un potentiel de souveraineté sur le long terme :***

Les réacteurs de génération IV offriront grâce à l'utilisation de neutrons rapides la possibilité de valoriser plus complètement l'uranium appauvri, en transformant l'uranium 238 représentant typiquement plus de 99,7 % de cette matière, en plutonium 239 fissile. Ces systèmes sont donc particulièrement intéressants pour la valorisation d'uranium appauvri issu d'un second cycle d'enrichissement. Une flotte de réacteurs à neutrons rapides permettrait à la France, à partir de son stock d'uranium appauvri, d'assurer sa souveraineté énergétique sur plusieurs milliers d'années. La perspective du développement de cette technologie a été identifiée dans la récente Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) à l'horizon de la 2<sup>ème</sup> moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle.