



**Avis n° 2016-AV-0256 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 9 février 2016
sur les études relatives à l’évaluation du caractère valorisable des matières
radioactives remises en application du plan national de gestion des matières et
des déchets radioactifs 2013-2015, en vue de l’élaboration du plan national de
gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018**

L’Autorité de sûreté nucléaire,

- Vu la directive 2011/70/EURATOM du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ;
- Vu la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, notamment son article 129 ;
- Vu le code de l’environnement, notamment ses articles L. 542-1-1, L. 542-1-2, L. 592-27 et L. 592-29 ;
- Vu le décret n° 2013-1304 du 27 décembre 2013 pris pour l’application de l’article L. 542-1-2 du code de l’environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, notamment son article 9 ;
- Vu le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2013-2015, transmis au Parlement le 28 décembre 2012 ;
- Vu le rapport de l’Office parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques sur l’évaluation du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, PNGMDR 2013-2015 ;
- Vu l’avis n° 2009-AV-0075 de l’ASN du 25 août 2009 sur les études remises en application du décret n° 2008-357 du 16 avril 2008, en vue de l’élaboration du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2010-2012 ;
- Vu l’avis n° 2012-AV-0156 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 26 juin 2012 sur les études remises en application du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2010-2012, en vue de l’élaboration du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2013-2015 – Filières de gestion des matières radioactives dans le cas où celles-ci seraient à l’avenir qualifiées de déchets ;
- Vu l’avis n° 2014-AV-0202 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 6 février 2014 sur les études remises en application du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2010-2012 – Évaluation du caractère valorisable des matières radioactives ;
- Vu l’avis n° 2016-AV-0252 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 2 février 2016 sur l’arrêté du 23 décembre 2015 modifiant l’arrêté du 31 mai 2012 relatif aux modalités de détermination et d’actualisation du montant des garanties financières pour la mise en sécurité des installations classées et des garanties additionnelles en cas de mise en œuvre de mesures de gestion de la pollution des sols et des eaux souterraines ;

Vu la lettre DMDR CE 2014-0119 du 7 janvier 2015 transmettant l'étude conjointe d'AREVA, du CEA, d'EDF et de Solvay sur les procédés de valorisation des matières radioactives ;

Vu la lettre de Solvay du 15 décembre 2015 transmettant une note d'actualisation sur les perspectives de valorisation du thorium ;

Saisie, pour avis, par le ministre chargé de l'énergie, de l'étude susvisée concernant les procédés de valorisation des matières radioactives ;

Considérant que l'article 9 du décret du 27 décembre 2013 susvisé demande que les propriétaires de matières radioactives, à l'exclusion des matières nucléaires affectées aux moyens nécessaires à la mise en œuvre de la politique de dissuasion mentionnée à l'article L. 1333-1 du code de la défense, informent pour le 31 décembre 2014 les ministres chargés de l'énergie et de la sûreté nucléaire des procédés de valorisation qu'ils envisagent ou, s'ils ont déjà fourni ces éléments, des changements envisagés ;

Considérant que, conformément aux dispositions de l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, une matière radioactive est une substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement ;

Considérant que l'utilisation des matières radioactives peut être immédiate ou différée mais qu'elle doit être en tout état de cause fondée sur des hypothèses plausibles ;

Considérant que, pour apprécier le caractère raisonnablement valorisable d'une substance radioactive, il est possible de prendre en compte des utilisations potentielles hors de France mais qu'il convient alors aussi de tenir compte de l'ensemble des substances similaires disponibles sur le marché mondial ;

Considérant que le caractère valorisable d'une substance dépend non seulement de la maîtrise technique de son procédé de valorisation mais également des conditions économiques prévisibles, des conditions socio-politiques de leur mise en œuvre et de l'adéquation entre la quantité détenue, son flux de production et les flux prévisionnels de consommation ;

Considérant que les conditions de valorisation d'une substance radioactive peuvent ne pas être identiques suivant sa teneur, sa forme chimique, son isotopie ou son association avec d'autres substances ;

Considérant en outre que l'appréciation des possibilités effectives de valorisation d'une substance radioactive doit tenir compte d'éventuelles incompatibilités avec les modalités envisagées pour la valorisation d'autres substances radioactives ;

Considérant par ailleurs que, conformément aux dispositions de l'article L. 542-1 du code de l'environnement, la recherche et la mise en œuvre des moyens nécessaires à la mise en sécurité définitive des déchets radioactifs sont entreprises afin de prévenir ou de limiter les charges qui seront supportées par les générations futures ;

Considérant qu'à partir du moment où des doutes sérieux concernant les possibilités de valorisation d'une substance radioactive existent, il est nécessaire de mettre en place des garanties assurant que la charge financière de sa gestion ultérieure n'incombera pas aux générations futures ;

Considérant que, conformément à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs doit recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage,

Rend l'avis suivant :

1. Les matières radioactives issues de la filière uranium/plutonium

Les matières radioactives issues de la filière uranium/plutonium sont constituées :

- d'uranium, dont quatre sous-catégories peuvent être distinguées :
 - l'uranium naturel, à partir duquel l'usine d'enrichissement produit deux flux de substances : l'uranium enrichi et l'uranium appauvri ;
 - l'uranium enrichi, destiné essentiellement à la fabrication des combustibles pour la production d'électricité d'origine nucléaire ;
 - l'uranium appauvri, qui sert à la fabrication du combustible MOx (Mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium) et peut alimenter 24 réacteurs électronucléaires exploités par EDF ; peut être, pour partie, ré-enrichi en isotope 235 et ainsi se substituer à de l'uranium naturel ; à plus long terme, pourrait être utilisé à grande échelle dans les éventuels réacteurs à neutrons rapides de quatrième génération selon leurs concepteurs ;
 - l'uranium de recyclage issu du traitement des combustibles usés (URT), qui peut, en fonction des conditions économiques, être ré-enrichi pour produire de l'uranium de recyclage enrichi (URE) utilisé pour la fabrication de combustibles URE pouvant alimenter, en France, les réacteurs de Cruas ;
- de plutonium : contenu dans les assemblages de combustibles usés et extrait lors de leur traitement, il est utilisé pour la fabrication des combustibles MOx ;
- des combustibles usés, dont le flux majoritaire est composé de combustibles usés à base d'oxyde d'uranium (UOx). La faisabilité technique du traitement de l'essentiel des combustibles usés présents sur le sol français est démontrée, mais seuls les combustibles UOx sont actuellement traités à échelle industrielle.

- Utilisation de l'uranium naturel et de l'uranium enrichi

L'usage montre la possibilité technique d'utilisation, dans les conditions actuelles de production d'énergie, de l'uranium naturel et de l'uranium enrichi.

L'ASN considère que l'utilisation industrielle de ces substances radioactives est possible et ne formule pas d'observations sur la stratégie présentée par leurs propriétaires afin de justifier leur statut de matières radioactives, au sens de l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement.

- Utilisation de l'uranium appauvri

Le retour d'expérience montre la possibilité de l'utilisation de l'uranium appauvri, dans les conditions actuelles de production d'énergie. Toutefois, cette utilisation n'est pas possible à grande échelle et reste inférieure au flux de production.

Par ailleurs, l'uranium appauvri pourrait être consommé de manière plus efficace dans l'hypothèse du déploiement d'un parc de réacteurs à neutrons rapides de quatrième génération en substitution aux réacteurs à eau pressurisée.

L'ASN considère que le retour d'expérience confirme la possibilité technique de son utilisation.

Au regard du stock détenu (plusieurs centaines de milliers de tonnes), de son évolution prévisible, de l'horizon temporel nécessaire (plusieurs millénaires) pour son entière valorisation dans des réacteurs à neutrons rapides et des incertitudes concernant le déploiement effectif d'un tel parc de réacteurs, **l'ASN considère toutefois que :**

- les propriétaires d'uranium appauvri doivent remettre, avant le 31 décembre 2017, leur estimation argumentée des quantités d'uranium appauvri, détenues ou résultant de l'enrichissement du stock d'uranium détenu, pouvant être consommées dans un parc de réacteurs à neutrons thermiques ;
- les quantités d'uranium appauvri détenues ou résultant de l'enrichissement du stock d'uranium détenu et qui ne sont pas consommables dans un parc de réacteurs à neutrons thermiques doivent être de façon conservatoire requalifiées en déchets radioactifs et bénéficier d'une sécurisation des fonds nécessaires à leur gestion à long terme afin que la charge de celle-ci n'incombe pas aux générations futures.

Dans la perspective d'une éventuelle requalification d'uranium appauvri en déchet radioactif, l'ASN estime nécessaire que l'Andra réalise, d'ici la fin 2019, une étude de faisabilité d'un concept de stockage, en indiquant le coût associé sur la base d'un inventaire radiologique et chimique détaillé de cette substance transmis par ses détenteurs.

- Utilisation de l'uranium de recyclage issu du traitement des combustibles usés

L'usage montre la possibilité technique de traitement des combustibles usés à base d'oxyde d'uranium (UOx), ainsi que la possibilité technique d'utilisation, dans les conditions actuelles de production d'énergie, de l'uranium issu du traitement de ces combustibles usés (URT).

L'ASN considère que l'utilisation industrielle de l'URT issu du traitement des combustibles UOx est possible.

Toutefois, cette utilisation a été suspendue par les propriétaires d'URT, ce qui engendre une croissance du stock et soulève des interrogations sur l'optimisation de ce stock.

L'ASN considère en conséquence que les propriétaires d'URT doivent, avant le 31 décembre 2017 :

- présenter le stock d'URT constitué en différents lots homogènes, par exemple en distinguant l'URT issu du traitement industriel des combustibles UOx de celui constitué en tout ou partie par les matières issues des campagnes (parfois ponctuelles) de traitement de combustibles UNGG¹, MOx et URE ;
- préciser les conditions de la valorisation de ces différents lots par rapport à l'utilisation de combustibles UOx ;
- présenter, en tenant compte de ces conditions, une stratégie permettant d'assurer à moyen terme le plafonnement des stocks d'URT détenus à hauteur de ceux déclarés à fin 2015. Les étapes clés et leurs échéances temporelles associées pour assurer le suivi de cette stratégie devront être identifiées ;
- détailler les justifications de la cohérence entre, d'une part, les quantités d'URT détenues et les flux prévisionnels de production et, d'autre part, les perspectives de consommation dans le cas de non déploiement d'un parc de réacteurs à neutrons rapides de 4^{ème} génération, notamment vis-à-vis des conditions économiques prévisionnelles.

En tout état de cause, il ne peut être exclu que l'URT soit à l'avenir requalifié, au moins partiellement, en déchet radioactif. De ce fait l'ASN estime nécessaire que l'Andra réalise, d'ici la fin 2019, une étude de faisabilité d'un concept de stockage, en indiquant le coût associé sur la base d'un inventaire radiologique et chimique détaillé de cette substance transmis par ses détenteurs.

¹ Combustibles utilisés par le parc de réacteurs désormais définitivement arrêtés et en démantèlement de type : uranium naturel graphite gaz (UNGG).

- Utilisation du plutonium

L'usage montre la possibilité technique de traitement des combustibles usés à base d'oxyde d'uranium (UOx), ainsi que la possibilité technique d'utilisation, dans les conditions actuelles de production d'énergie, du plutonium ainsi séparé. Les éléments transmis ne permettent pas en revanche de se positionner sur le caractère effectivement valorisable de l'ensemble du stock de plutonium, notamment en raison des formes physico-chimiques et isotopiques de plutonium détenu.

L'ASN considère que l'utilisation industrielle de cette substance radioactive est possible.

L'ASN estime toutefois nécessaire que d'ici le 31 décembre 2017 :

- le CEA apporte des justifications complémentaires sur le caractère effectivement valorisable de l'ensemble des formes physico-chimiques et isotopiques de plutonium qu'il détient. Il précisera les développements à réaliser pour permettre leur valorisation ;
- AREVA montre que le stock qu'il détient est optimisé par rapport aux modalités de valorisation envisagées.

- Utilisation des combustibles usés MOx et URE issus des réacteurs électrogènes

Le retour d'expérience disponible montre la faisabilité technique du traitement des combustibles usés MOx et des combustibles usés à base d'URT enrichi (« combustibles URE »). Ce traitement n'est pas actuellement mis en œuvre à échelle industrielle : les industriels l'envisagent dans l'hypothèse du déploiement d'un parc de réacteurs à neutrons rapides de quatrième génération.

L'ASN considère que le retour d'expérience montre la possibilité technique d'utilisation de ces substances radioactives.

L'ASN note toutefois que le traitement des combustibles URE et MOx usés puis la valorisation à l'échelle industrielle de l'uranium et du plutonium séparés lors du traitement de ces combustibles n'est pas prévue dans les parcs de réacteurs à neutrons thermiques. Cette valorisation est envisagée dans l'hypothèse du déploiement à terme d'un parc de réacteurs à neutrons rapides.

En conséquence, l'ASN considère que le caractère de matière radioactive des combustibles usés MOx et URE doit être périodiquement réévalué.

L'ASN estime par ailleurs nécessaire que les propriétaires de combustibles URE et MOx usés :

- se prononcent sur la faisabilité technico-économique d'un traitement à grande échelle de ces combustibles puis d'une valorisation des substances séparées (uranium et plutonium) dans les installations du cycle ainsi que dans les réacteurs à neutrons thermiques ;
- précisent les quantités de plutonium nécessaires à la mise en place d'un parc de réacteurs à neutrons rapides de quatrième génération et précisent, le cas échéant, les quantités maximales de combustibles URE, MOx et UOx non utilisés dans le parc actuel qui seraient mobilisées à cette fin.

L'ASN considère que des précisions sur les conditions et perspectives de valorisation des rebuts de combustibles MOx doivent également être apportées par leurs propriétaires.

Les éléments concernant les combustibles URE et MOx devront être communiqués avant le 31 décembre 2017.

- Utilisation des combustibles usés issus des réacteurs de recherche et de propulsion navale

Le retour d'expérience disponible montre la faisabilité technique du traitement d'une partie des combustibles usés issus des réacteurs de recherche et de propulsion navale. Ce traitement n'est pas actuellement mis en œuvre à échelle industrielle : les industriels l'envisagent dans l'hypothèse du déploiement d'un parc de réacteurs à neutrons rapides de quatrième génération.

L'ASN considère que les éléments communiqués par les producteurs sont insuffisants pour justifier du caractère effectivement valorisable de l'ensemble des combustibles usés des réacteurs de recherche et de propulsion navale.

L'ASN estime nécessaire que, pour le 31 décembre 2017, chacun des propriétaires de ces combustibles usés présente de manière plus détaillée la typologie de l'ensemble des combustibles usés détenus, les développements à réaliser pour permettre leur valorisation, ainsi que l'intérêt des propriétés des matières séparées en vue de leur réutilisation. L'ASN estime par ailleurs nécessaire que, en lien avec l'Andra et AREVA, ces études détaillent l'évaluation du coût d'un programme de traitement de ces combustibles usés par rapport à leur stockage direct.

2. Le thorium

Areva, le CEA et Solvay sont propriétaires de substances thorifères contenant environ 8 500 tonnes de thorium, entreposées sur les sites de La Rochelle et de Cadarache.

L'étude relative à la valorisation des substances thorifères dresse la liste de trois procédés de valorisation envisageables, repris ci-après.

- L'utilisation du thorium pour la production d'énergie

Les propriétaires de substances thorifères considèrent de manière constante que les perspectives de valorisation reposent sur l'utilisation du thorium, à moyen terme, dans les réacteurs à eau pressurisée et, à plus long terme, dans des réacteurs dédiés. À l'aune des programmes de développement existants, ils précisent que les perspectives de valorisation à moyen terme du stock détenu dans la production d'énergie nucléaire sont plutôt à considérer en Asie.

L'ASN considère que la faisabilité industrielle d'utilisation du thorium, en complément du cycle uranium/plutonium, dans les réacteurs à eau pressurisée nécessite encore des travaux de recherche et de développement importants dont l'issue demeure incertaine. Par ailleurs, la viabilité économique de cette utilisation n'est pas démontrée. Enfin, les réserves en termes de sûreté et de radioprotection formulées par l'ASN dans son avis du 25 août 2009 susvisé restent entières.

Outre les réserves précédentes, l'ASN considère que les éléments communiqués par les propriétaires de substances thorifères sont insuffisants pour étayer le besoin pour un pays tiers envisageant l'utilisation du thorium dans des réacteurs à eau pressurisée de recourir à moyen terme au thorium détenu en France, notamment en ce qui concerne ses quantités prévisionnelles de consommation de thorium ainsi que les quantités à sa disposition sur son territoire.

- L'utilisation du thorium pour les applications médicales

Le plomb 212, obtenu par décroissance du thorium 232, est proposé pour une radiothérapie alpha ciblée de certaines tumeurs par une filiale d'AREVA, AREVA MED. Les premiers essais cliniques de phase 1 ont été menés par AREVA MED. Des travaux importants restent à réaliser avant que puissent être

confirmés l'intérêt thérapeutique du plomb 212 et les quantités de thorium qui seraient mobilisées pour cette utilisation.

L'ASN considère, qu'à cette phase très précoce du développement, l'utilité thérapeutique et la possibilité de valorisation ne pourront être démontrées que par les résultats de futurs essais cliniques.

Par ailleurs, l'ASN considère que l'utilisation du plomb 212 :

- **ne modifie pas les quantités détenues de substances thorifères ni leur radiotoxicité ;**
- **peut justifier, si son intérêt est démontré, la mobilisation d'une quantité importante de thorium** (environ 90 ng de plomb 212 peuvent être extraits par tonne de nitrate de thorium, cette quantité se régénérant par décroissance radioactive après une dizaine d'années) ;
- **ne permet pas d'assurer la gestion à long terme du thorium, que ce soit techniquement par l'étude de son stockage, ni financièrement par la mise en place de garanties.**

- Valorisation des terres rares contenues dans les substances thorifères

L'extraction des terres rares des matières (hydroxyde brut de thorium) et des déchets (résidus solides banalisés) thorifères permet de réduire la quantité des déchets radioactifs ultimes conformément aux objectifs visés à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement. Cependant, elle ne permet pas la qualification du thorium comme matière radioactive dès lors que le thorium n'est pas valorisé en tant que tel.

Au regard des éléments communiqués par leurs propriétaires, aucune filière industrielle de valorisation des substances thorifères des sites de Cadarache et de La Rochelle ne sera opérationnelle à court ou moyen terme.

*

* *

En conclusion, concernant le caractère valorisable du thorium contenu dans les substances thorifères, **l'ASN considère :**

- **Que la sécurisation du financement de la gestion à long terme des substances thorifères est indispensable ;**
- **Que, dans le cas où les prochaines études cliniques relatives à l'utilisation du plomb 212 pour une radiothérapie interne vectorisée alpha seraient concluantes, AREVA devrait justifier la quantité de substances thorifères qui serait nécessaire à la production du radiopharmaceutique, le reste étant en tout état de cause requalifié en déchet radioactif ;**
- **Que l'ensemble du thorium doit être requalifié en déchet radioactif si ces études cliniques ne sont pas concluantes.**

L'ASN estime nécessaire qu'AREVA et Solvay poursuivent et remettent avant le 30 juin 2016, les études sur le stockage des substances thorifères mentionnées dans les avis ASN du 26 juin 2012 et du 6 février 2014 susvisés en indiquant le coût associé.

3. La gestion des interactions entre filières de valorisation

Les différentes modalités de valorisation envisageables pour les matières radioactives détenues peuvent interagir entre elles, ce qui nécessite d'évaluer leurs impacts potentiels sur les possibilités effectives de valorisation.

L'ASN estime nécessaire que la prochaine édition de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs publié par l'Andra présente un scénario prospectif compatible avec les objectifs définis par la loi du 17 août 2015 susvisée.

En outre, le scénario prospectif de non-renouvellement de la production électronucléaire devra être davantage développé. Ce scénario devra en particulier prendre en compte les perspectives et les stratégies de valorisation de l'uranium appauvri et de l'URT que leurs propriétaires définiront dans ce cadre. Les stratégies qui seront définies devront tenir compte de l'ensemble des matières radioactives qui seraient requalifiées en déchets dans un tel scénario, ainsi que des principes de limitation de la quantité et de la nocivité des déchets tels qu'inscrits dans le code de l'environnement. Cela conduira à identifier un scénario qui permettrait de consommer au mieux le stock détenu de combustibles usés, de plutonium et d'uranium (dont uranium appauvri et URT) en privilégiant, dans le cycle du combustible, l'utilisation des substances dont le stockage présente le plus de risques et d'inconvénients pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

Par ailleurs, une variante du scénario de renouvellement du parc électronucléaire dans laquelle le parc futur ne serait pas composé de réacteurs à neutrons rapides devra également être étudiée.

Pour s'assurer par ailleurs de l'adaptabilité et de la robustesse des filières de gestion et afin d'anticiper l'éventualité que tout ou partie de de l'uranium appauvri et de l'URT soit à l'avenir qualifiée de déchet, **l'ASN estime nécessaire que soit analysée l'impact potentiel de ces quantités d'uranium appauvri et d'URT sur les filières de stockage en projet.** Pour cela, leurs propriétaires doivent tenir à disposition de l'Andra et de l'ASN l'inventaire radiologique et chimique détaillé de l'uranium appauvri et de l'URT détenus.

4. La gestion des capacités d'entreposage

Les quantités détenues de certaines substances radioactives vont croître dans les années à venir. En particulier, selon les quelques éléments communiqués par les producteurs, les capacités d'entreposage de l'uranium appauvri, de l'URT et des combustibles usés UOx, URE et MOx vont arriver à saturation à court ou moyen terme.

Afin que le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs puisse préciser les capacités nécessaires pour les installations d'entreposage, conformément à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement susvisé, l'ASN estime nécessaire que les producteurs et détenteurs de matières radioactives définissent et transmettent au ministre chargé de l'énergie et à l'Autorité de sûreté nucléaire :

- les capacités d'entreposage existantes en précisant leur disponibilité ;
- les prévisions de saturation ou d'obsolescence de ces capacités et les besoins de nouvelles capacités pour les 20 prochaines années ;
- les délais nécessaires pour mettre en service de nouvelles capacités d'entreposage.

Par ailleurs, le retour d'expérience montre que les études et démarches associées à la création d'une installation d'entreposage nécessitent plusieurs années.

L'ASN estime nécessaire que le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs fixe, après recensement des besoins prévisibles d'installations d'entreposage, les échéances temporelles associées aux étapes clés des démarches pour leur création.

Fait à Montrouge, le 9 février 2016.

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire,

Signé par

Pierre-Franck CHEVET

Philippe CHAUMET-RIFFAUD Jean-Jacques DUMONT Philippe JAMET Margot TIRMARCHE