



**Avis n° 2012-AV-0168 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 11 octobre 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**

**Evaluation du dossier de l’impact des résidus miniers d’uranium et de la  
gestion des anciens sites miniers d’uranium**

**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 le code de l’environnement, notamment le titre I<sup>er</sup> de son livre V ainsi que ses articles L.542-1-2, L.542-1-3, L.592-27 et L.592-29 ;

Vu le décret n° 2012-542 du 23 avril 2012 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 2010-2012 ;

Vu l’arrêté du 23 avril 2012 pris en application du décret n° 2012-542 du 23 avril 2012 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 2010-2012 ;

Vu le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2010-2012, transmis au Parlement le 14 janvier 2010 ;

Vu la circulaire du 22 juillet 2009 du Ministère de l’écologie, de l’énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat relative à la gestion des anciennes mines d’uranium ;

Vu le courrier AREVA BGM/DRES/12.004 daté du 31 janvier 2012 transmettant les études et documents techniques relatif à la gestion des anciens sites miniers d’uranium ;

Vu les demandes de l’ASN adressées à AREVA par courrier en date du 14 mai 2012 portant sur la méthodologie de recensement des lieux de réutilisation des stériles miniers dans le domaine public et l’évaluation de la compatibilité des usages ;

Vu l’avis n°2012-330 du 16 juillet 2012 de l’IRSN sur les études remises par AREVA ;

Vu le rapport de l’Office parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques « Déchets nucléaires : se méfier du paradoxe de la tranquillité - Evaluation du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2010-2012 » ;

Saisie pour avis par la Direction générale de l'énergie et du climat du ministère chargé de l'énergie sollicitant l'avis de l'Autorité de sûreté nucléaire sur l'étude relative à la gestion des anciens sites miniers d'uranium ;

Considérant que l'article 12 du décret du 23 avril 2012 susvisé demande que les sites de stockage de résidus miniers issus des anciennes installations d'extraction et de traitement de minerais d'uranium fassent l'objet, conformément au 5° de l'article 4 de la loi du 28 juin 2006 susvisée, d'un plan de surveillance radiologique renforcée, dont les modalités sont définies par arrêté des ministres chargés de l'énergie, de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. ;

Considérant que l'article 7 de l'arrêté du 23 avril 2012 susvisé demande à AREVA de remettre une étude portant sur :

*« a) L'évolution des caractéristiques physico-chimiques à long terme des radioéléments contenus dans les résidus de traitement des minerais, sur la base des données déjà recueillies. L'étude est complétée par des données issues d'une nouvelle campagne d'échantillonnage sur des sites choisis pour leur pertinence ;*

*b) Les compléments à apporter concernant la démarche d'évaluation géomécanique de la tenue des digues ceinturant les stockages de résidus de traitement des minerais. L'étude précise les exigences techniques retenues pour évaluer la sûreté à long terme de ces stockages ;*

*c) L'évaluation de la faisabilité et de l'opportunité du renforcement de la qualité des couvertures des stockages de résidus miniers, au regard des résultats des évaluations des impacts à long terme ;*

*d) Une évaluation des pratiques actuelles de traitement des eaux, en vue d'une réduction des rejets diffus et d'une amélioration du traitement des rejets. »*

**Rend l'avis suivant :**

### **1. Bilans d'avancement et perspectives des études menées par AREVA concernant la tenue à long terme des digues**

Les études remises par AREVA dans le cadre du PNGMDR 2010-2012 tiennent notamment compte :

- de l'impact de l'arrêt de l'entretien des sites sur le colmatage des réseaux de drainage et sur l'évolution des conditions hydrauliques dans le corps des digues ;
- du renforcement significatif du niveau d'aléa sismique retenu afin de tenir compte de la spécificité associée à la durée de vie des stockages de résidus (période de retour de 30 000 ans) ;
- des événements pluvieux extrêmes au travers de la définition de Pluies Maximales Probables (PMP) ;
- d'un renforcement du facteur de sécurité dans l'évaluation de la tenue des digues dans le cas de sollicitations extrêmes.

Elles permettent de disposer des bases nécessaires à l'évaluation de la stabilité des digues et de définir les niveaux d'exigence associés.

**L'ASN considère que les nouveaux éléments transmis constituent une amélioration notable de la démarche d'évaluation retenue par AREVA et que celle-ci doit être poursuivie.**

**Ainsi, l'ASN considère qu'AREVA doit**

- **présenter les exigences en matière de suivi et d'entretien des ouvrages et préciser comment celles-ci seront déclinées dans les plans de surveillance et de maintenance préventive ;**
- **compléter son évaluation par une étude de sensibilité de la stabilité des digues en fonction de la période de retour visée (à savoir 30 000 ans) et du niveau d'aléa sismique associé.**

**Enfin, l'ASN recommande qu'un sous-groupe de travail soit créé au sein du groupe de travail PNGMDR, associant l'ensemble des parties prenantes concernées par la problématique minière, pour élaborer la doctrine d'évaluation de la tenue à long terme des digues ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium. Ce travail s'appuiera sur la base des études déjà transmises à ce sujet par AREVA.**

En complément du travail de formalisation d'éléments de doctrine, il apparaît nécessaire d'engager dès maintenant la constitution d'un dossier géotechnique (géologie, géotechnique, hydrogéologie) complet pour chaque site de stockage de résidus de traitement minier, afin d'apprécier de manière plus précise les vulnérabilités potentielles mises en évidence par l'évaluation générique produite par AREVA.

Cette revue, en lien avec le bilan environnemental, doit permettre à AREVA de dresser un constat de l'état physique des ouvrages et d'indiquer les parades et mesures compensatoires qu'il conviendrait de mettre en œuvre en fonction de l'évolution des phénomènes susceptibles d'affecter le niveau de sûreté requis de chaque digue.

**L'ASN considère ainsi qu'AREVA doit définir un plan d'action afin, dans un premier temps, de constituer les dossiers géotechniques associés à chaque digue et, dans un second temps, d'évaluer leur stabilité et déterminer l'éventuelle nécessité de les renforcer notamment au regard du cumul de différents aléas naturels (période à pluviométrie importante, niveau piézométrique élevé, inondation, crue centenaire ou millénaire ...). Le plan d'action précisera notamment le calendrier envisagé ainsi que la liste des sites jugés aujourd'hui prioritaires.**

## **2. Bilans d'avancement et perspectives des études menées par AREVA concernant l'impact dosimétrique à long terme des sites de stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium et de stériles miniers**

## **2.1 Les stockages de résidus**

Les études remises ont permis d'améliorer les connaissances relatives au scénario « résidence » sur le stockage à partir de la modélisation des flux de radon pénétrant dans un bâtiment et issus des matériaux de soubassement, ainsi que de vérifier ponctuellement la pertinence de la modélisation par rapport aux données des mesures de surveillance.

**S'agissant de la modélisation de l'entrée du radon dans un bâtiment**, l'étude confirme l'influence forte du phénomène d'advection sur les résultats du calcul de dose ajoutée pour le scénario « résidence » sur le stockage par rapport au phénomène de diffusion, qui conduit ainsi à doubler la dose précédemment calculée, dans le cas de sol perméable. Ces doses apparaissent plus conformes aux valeurs attendues pour ce type de scénarios. Elles sont également plus cohérentes avec les données disponibles pour des situations comparables de bâtiments édifiés sur des matériaux présentant des teneurs élevées en radium.

**S'agissant de la confrontation entre modélisation et surveillance**, l'étude transmise par AREVA porte sur la comparaison entre les résultats des calculs présentés dans le dossier de 2009 (PNGMDR 2007-2009) et les résultats du suivi environnemental exercé par AREVA autour des sites de stockages de résidus concernés. AREVA conclut de la comparaison, d'une part que les choix de modélisation retenus conduisent généralement à une surestimation des expositions et sont donc conservatifs, d'autre part que les différentes contributions mesurées aux points de surveillance ont une origine majoritairement naturelle et traduisent essentiellement la variabilité du bruit de fond naturel.

**S'agissant de la modélisation de la dispersion atmosphérique du radon**, l'étude produite par AREVA présente une comparaison entre le code utilisé par AREVA – le code COMODORE - et le code de référence de dispersion atmosphérique ADMS couramment utilisé au niveau international. La comparaison ne permet de pas d'évaluer la capacité du code utilisé par AREVA.

**L'ASN considère que la modification des hypothèses de modélisation du radon constitue une amélioration importante et conduit à une révision significative à la hausse des résultats du calcul de dose ajoutée pour le scénario « résidence » sur le stockage. Par ailleurs, si la variabilité du fond naturel (anomalie de débit de dose ou en radon) peut être directement mise en cause dans l'analyse de la confrontation entre les résultats de la modélisation et ceux de la surveillance, elle n'est pas forcément le seul élément d'interprétation à invoquer pour expliquer les différences.**

**L'ASN recommande en conséquence qu'AREVA poursuive et généralise la démarche de comparaison entre données de terrain et résultats de modélisation, dans l'objectif d'améliorer la pertinence et l'utilité de son dispositif de suivi des sites et de renforcer la confiance dans ses résultats de calcul.**

Enfin, l'ASN souligne qu'aucun élément n'a été transmis par AREVA sur les besoins de renforcement éventuels des couvertures de certains stockages de résidus.

**L'ASN considère que ce point devra être réexaminé à la lumière notamment des nouvelles connaissances acquises sur le comportement à long terme des stockages et de l'interprétation des résultats de la surveillance.**

## **2.2 Les stériles miniers**

Les études relatives aux stériles miniers viennent compléter les évaluations relatives aux résidus.

**S'agissant de l'utilisation des stériles dans le domaine public**, l'étude présentée par AREVA est fondée sur une démarche d'évaluation générique et prend en compte l'évolution des modalités de calcul des concentrations du radon telle que précisée pour les résidus de traitement minier. Cette évolution conduit à une réévaluation significative, à la hausse, de l'exposition par inhalation du radon et les nouveaux résultats obtenus reflètent de manière plus satisfaisante les expositions susceptibles d'être reçues.

Toutefois, cette démarche ne correspond plus à celle mise en œuvre aujourd'hui sur le terrain pour l'évaluation de l'impact de la réutilisation des stériles miniers dans le domaine public en application de la circulaire du Ministère du développement durable et de l'ASN du 22 juillet 2009.

**L'ASN considère que la gestion des risques liés à l'utilisation de stériles dans le domaine public doit privilégier la mise en œuvre d'actions d'identification et de caractérisation de terrain par rapport à la réalisation d'évaluations théoriques conduites sur la base de situations génériques. A cet égard, la démarche mise en œuvre par AREVA doit se poursuivre en tenant compte des remarques identifiées dans les demandes l'ASN dans son courrier du 14 mai 2012.**

Ainsi, l'ASN considère que la démarche de recensement national en cours permet une bonne évaluation de l'impact des stériles dans le domaine public. De plus, l'analyse des résultats de la campagne nationale de recensement des stériles miniers dans le domaine public pourra permettre, à partir des observations effectuées, de confirmer ou le cas échéant, redéfinir les scénarios d'exposition qu'il est pertinent de prendre en compte pour évaluer l'impact associé à la présence de stériles sur la base des gammes de teneurs et d'expositions effectivement rencontrées.

**S'agissant de l'impact dosimétrique associé à la présence d'une verse à stériles**, l'évaluation présentée par AREVA constitue une transposition de la méthodologie définie pour évaluer l'impact radiologique à long terme des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium. Les doses calculées sont inférieures à  $1 \text{ mSv.an}^{-1}$  quels que soient les scénarios concernés et le groupe retenu.

**L'ASN considère qu'il est important qu'AREVA fonde sa démarche de gestion des risques associés aux stériles sur l'exploitation la plus approfondie possible des diverses situations rencontrées sur et autour des anciens sites miniers.**

**L'ASN recommande qu'AREVA exploite sa connaissance des sites, notamment au travers des bilans environnementaux<sup>1</sup> prévus par la circulaire du 22 juillet 2009, pour identifier la présence de verses à stériles et préciser, sur la base des divers cas d'utilisation ou de réaménagement de sites conduisant à une exposition des populations qui seraient répertoriés, les niveaux d'exposition possibles pour les différentes teneurs en uranium des verses recensées (notamment si ces teneurs sont supérieures à celles déjà étudiées).**

---

<sup>1</sup> Les bilans environnementaux correspondent aux bilans de fonctionnement mentionnés dans la circulaire du 22 juillet 2009.

### **3. Bilans d'avancement et perspectives des études menées par AREVA concernant le traitement des eaux et l'impact des rejets issus des anciens sites miniers**

Les éléments fournis par AREVA d'une part dressent un état des lieux du fonctionnement des stations existantes, avec l'analyse des avantages et inconvénients des différents types de procédés envisageables, et d'autre part fournissent une évaluation des impacts chimiques et radiologiques associés aux éléments présents dans les eaux rejetées, qu'ils aient pour origine l'activité minière ou les traitements eux-mêmes.

**S'agissant de l'efficacité des traitements physico-chimiques**, pour les sept stations de traitement physico-chimique étudiées, les concentrations en radium 226 et en uranium dissous dans les eaux rejetées sont actuellement conformes aux limites fixées par arrêté préfectoral, lesquelles sont dans certains cas plus contraignantes que les valeurs limites fixées par la réglementation des industries extractives (RGIE). Le respect de certaines exigences est d'ailleurs dans certain cas obtenu avant mise en œuvre des traitements. Le suivi de la qualité des eaux en amont des stations de traitement montre d'une manière générale une tendance à la diminution des concentrations des substances polluantes. Cette tendance reste cependant très inégale selon la substance et le site considérés.

**S'agissant de l'état des lieux de ses études et recherches sur les procédés de traitement des eaux**, AREVA présente un bilan des connaissances sur les mécanismes physiques, chimiques ou biologiques en jeu et sur les performances des techniques de traitement. Au travers de cet état des lieux, AREVA signale qu'aucun des procédés mis en œuvre ou étudiés ne permet de se dispenser totalement des contraintes de maintenance et de gestion des déchets induits et que les traitements physico-chimiques produisent des volumes de boues particulièrement importants. Cela constitue une contrainte fondamentale pour la gestion à long terme des anciens sites miniers, ce qui renforce l'importance de connaître les perspectives d'amélioration naturelle dans le temps de la qualité des eaux.

**L'ASN considère qu'il est nécessaire de préciser les quantités de boues et de déchets associées à l'exploitation des procédés de traitement des eaux mis en œuvre ou étudiés ainsi que la faisabilité de leur élimination. L'analyse de ces résultats doit permettre de définir les priorités de déploiement des solutions alternatives possibles.**

**S'agissant des impacts associés aux rejets**, AREVA a évalué les composantes radiologique et chimique de l'impact, en tenant compte des effets potentiels sur l'homme et l'environnement. Ces évaluations montrent l'absence d'impact pour l'ensemble des situations envisagées à l'exception du scénario « résidence » dans le cas d'un arrêt du traitement des eaux pour un des cours d'eau étudiés où les résultats des évaluations conduisent à une dose supérieure à  $1 \text{ mSv.an}^{-1}$ .

Elles apportent aussi des enseignements pour apprécier les impacts associés aux différentes substances rejetées et ainsi définir les pistes d'optimisation à privilégier. Ainsi, la prise en compte des impacts chimiques et radiologiques sur l'homme et l'environnement tend aujourd'hui à privilégier la recherche de solutions limitant les rejets d'uranium et de baryum.

**L'ASN considère que les nouveaux éléments transmis relatifs aux traitements des eaux et l'impact des rejets constituent un véritable état des lieux des pratiques de traitement et de leurs impacts radiologiques et chimiques sur l'homme et l'environnement. Les résultats obtenus, tant pour les substances radiologiques que chimiques (uranium, baryum et aluminium) tendent à montrer qu'une réflexion doit être menée sur la pertinence de l'arrêt des traitements pour chacun des anciens sites miniers.**

L'ASN recommande en conséquence qu'AREVA poursuive et approfondisse sa démarche engagée sur l'ensemble des stations de traitement de manière à définir et justifier la stratégie retenue pour l'évolution (arrêt ou maintien) du traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers relevant de sa responsabilité. La stratégie retenue devrait en particulier être justifiée au regard :

- des évolutions naturelles de la qualité des eaux envisageables sur chacun des sites compte tenu des mécanismes géochimiques en jeu et des tendances observées à ce jour ;
- de l'objectif de réduction de l'impact global des rejets sur l'homme et l'environnement. L'impact chimique associé aux différentes substances rejetées, y compris celles liées aux procédés de traitement des eaux, sera en particulier pris en compte ;
- des contraintes de maintenance et de gestion des déchets associées aux divers procédés envisageables.

Par ailleurs, l'ASN considère que le choix de poursuivre ou de mettre fin à un traitement doit être examiné au regard d'une évaluation de l'impact global (radiologique et chimique) des rejets sur le milieu récepteur. Ce choix nécessite au préalable la définition de scénarios d'évolution prévisible des caractéristiques des eaux collectées compte tenu des processus géochimiques en jeu et des tendances observées. L'ASN recommande de mener une réflexion à ce sujet.

En parallèle de ces études, il apparaît nécessaire de rappeler celles consistant en l'amélioration des connaissances relatives au marquage des sédiments, qui est lié aux quantités d'uranium et de radium rejetées dans le réseau hydrographique après traitement.

L'ASN note qu'AREVA doit préciser fin 2012 la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et surtout les lacs, notamment au travers d'une étude sur un site de la spéciation de l'uranium dans les eaux et de la caractérisation radiologique fine des sédiments en fonction de leur granulométrie et en fonction du régime hydraulique des cours d'eau.

#### 4. Divers

En parallèle des études précédemment mentionnées, l'ASN note qu'AREVA doit remettre fin 2012 les études consistant en l'amélioration des connaissances relatives à l'évolution des caractéristiques physico-chimiques à long terme des radioéléments contenus dans les résidus de traitement des minerais et dans les stériles. .

De plus, en complément des recommandations relatives aux dix études remises, l'ASN recommande que les études demandées dans le cadre du présent avis présentent des éléments de coûts afin d'être en mesure d'en apprécier l'importance compte tenu des enjeux de sûreté et des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement.

Cette recommandation permet de répondre aux dispositions de l'article 12 de la directive européenne 2011/70/EURATOM du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, qui demande une estimation des coûts du programme national de mise en œuvre de la politique en matière de gestion des déchets radioactifs et combustibles usés, et à la recommandation de l'OPÉCST formulée en 2011 qui demande que le PNGMDR inclue des éléments de coûts.

Fait à Paris, le 11 octobre 2012.

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire\*,

*Signé par :*

Marie-Pierre COMETS

Michel BOURGUIGNON

Philippe JAMET

\* Commissaires présents en séance