



**Avis n° 2021-AV-0374 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 4 février 2021  
sur les études relatives à la gestion des résidus de traitement miniers d’uranium  
et des stériles miniers d’uranium remises en application du plan national  
de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018, en vue de l’élaboration  
du cinquième plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs**

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 ses articles L. 542-1-1, L. 542-1-2, L. 592-27 et L. 592-29 ;

Vu le code minier, notamment son article L. 162-1 ;

Vu le code de la santé publique, notamment ses articles L. 1333-2 et R. 1333-28 ;

Vu la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, notamment son article 4 ;

Vu le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié relatif aux travaux miniers, travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains ;

Vu le décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour 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 ;

Vu l’arrêté du 23 juin 2015 relatif aux installations mettant en œuvre des substances radioactives, déchets radioactifs ou résidus solides de minerai d’uranium, de thorium ou de radium soumises à autorisation au titre de la rubrique 1716, de la rubrique 1735 et de la rubrique 2797 de la nomenclature des installations classées ;

Vu l’arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n° 2017-231 du 23 février 2017 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 ses articles 64, 65, 67, 68, 69 et 70 ;

Vu la décision conjointe du 21 février 2020 de la ministre chargée de l’environnement et du président de l’Autorité de sûreté nucléaire, consécutive au débat public dans le cadre de la préparation de la cinquième édition du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ;

Vu la circulaire du 22 juillet 2009 du ministère chargé de l’environnement et de l’Autorité de sûreté nucléaire relative à la gestion des anciennes mines d’uranium ;

Vu l'avis n° 2009-AV-0075 de l'Autorité de sûreté nucléaire 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-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 ;

Vu l'avis n° 2016-AV-0254 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 9 février 2016 sur les études relatives à l'évaluation de l'impact des résidus miniers d'uranium et à la gestion des anciens sites miniers d'uranium 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 ;

Vu l'instruction du 8 août 2013 du ministère chargé de l'environnement relative aux actions nationales pour la gestion des stériles miniers des anciennes mines d'uranium et l'instruction complémentaire du 4 avril 2014 sur le retour d'expérience de la découverte de résidus miniers sous une maison d'habitation de Bessines-sur-Gartempe ;

Vu la note technique du 13 septembre 2016 des ministères chargés de l'environnement, de la santé, du travail et de l'Autorité de sûreté nucléaire relative à la gestion, dans des lieux de vie ou de travail, de situations d'exposition au radon susceptibles d'être d'origine anthropique à des niveaux supérieurs à 2 500 Bq/m<sup>3</sup> ;

Vu la note technique du 5 février 2018 du ministère chargé de l'environnement relative à la conservation de la mémoire et des restrictions d'usage pour les anciens sites miniers uranifères et en présence de stériles sur le domaine public ou sur les propriétés privées ;

Vu la note technique du 6 juillet 2018 du ministère chargé de l'environnement relative aux modalités d'application de la procédure d'arrêt définitif des travaux miniers, du transfert des installations hydrauliques et hydrauliques de sécurité, et de la prévention et de la surveillance des risques miniers résiduels ;

Vu le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018, transmis au Parlement le 27 janvier 2017 ;

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 2016-2018 ;

Vu le plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon (3<sup>e</sup> plan national) de janvier 2017 ;

Vu le bilan de la Commission nationale du débat public du 25 novembre 2019 sur le débat public sur la cinquième édition du PNGMDR ;

Vu le compte-rendu de la Commission particulière du débat public du 25 novembre 2019 sur le débat public sur la cinquième édition du PNGMDR ;

Vu la lettre de la ministre chargée de l'environnement du 7 mai 2014 relative au recensement des lieux de réutilisations des stériles ;

Vu la note de l'Autorité de sûreté nucléaire et de la Direction générale de la prévention des risques du 23 juillet 2018 à l'attention des membres du groupe de travail « maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium » ;

Vu la note de l'Autorité de sûreté nucléaire et de la Direction générale de la prévention des risques du 7 février 2019 à l'attention des membres du groupe de travail « sur la gestion des eaux issues des anciens sites miniers uranifères » ;

Vu la lettre Pr/D-09/176 d'Areva du 12 juin 2009 relative au plan d'actions pour poursuivre la surveillance des anciennes mines d'uranium ;

Vu la lettre AMS-DEXP-DRD-RT-0044 d'Areva Mines de novembre 2014 transmettant l'étude sur la relation entre les flux rejetés par le site de Bois Noir-Limouzat et l'accumulation de sédiments marqués à Saint-Clément ;

Vu la lettre BES-CD-92-2014-12-17-0002 d'Areva du 17 décembre 2014 transmettant un bilan synthétique des actions engagées à ce jour dans le cadre du recensement des stériles miniers réutilisés dans le domaine public ou privé, ainsi qu'un rapport d'étape sur le recensement complet des verses à stérile sur l'ensemble des sites miniers uranifères français ;

Vu le courrier AMS-DIRECTION-CE-0213 d'Areva du 28 octobre 2016 sur le réaménagement du site des Bois-Noirs Limouzat ;

Vu la lettre AMS-DSIT-DIR-CE-0008 d'Areva Mines du 23 janvier 2017 transmettant le rapport d'avancement de l'étude sur la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les lacs, en réponse à l'article 65 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la lettre AMS-DSIT-DIR-CE-0016 d'Areva Mines du 15 janvier 2018 transmettant l'étude sur le recensement des verses à stériles, en réponse à l'article 66 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la lettre AMS-DSIT-DIR-CE-0017 d'Areva Mines du 17 janvier 2018 transmettant l'étude sur le bilan d'étape des stations de traitement des eaux des anciens sites uranifères français, en réponse à l'article 64 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la lettre AMS-DSIT-DIR-CE-0018 d'Areva Mines du 17 janvier 2018 transmettant l'étude sur l'évolution à long terme des résidus de traitement de minerais d'uranium - mobilité de l'uranium et du radium – construction du modèle géochimique pour le site de Bellezane, en réponse au 1° de l'article 68 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la lettre AMS-DSIT-DIR-CE-0019 d'Areva Mines du 17 janvier 2018 transmettant l'étude sur le recensement des lieux de réutilisation dans le domaine public, en réponse à l'article 70 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la lettre du 31 juillet 2018 d'Orano Mining transmettant l'étude AMS-DOP-DRD-NT-0142 sur la réactivité des stériles miniers d'anciennes mines d'uranium du Limousin, en réponse à l'article 67 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la lettre IDF-CD-000359 d'Orano Mining du 10 décembre 2018 relative au report du rapport d'avancement de l'étude sur la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les lacs, en réponse à l'article 65 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la lettre IDF-CD-000356 d'Orano Mining du 10 décembre 2018 transmettant les dossiers géotechniques des ouvrages de ceintures des sites de stockage de résidus de traitement des minerais d'uranium, en réponse à l'article 69 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la demande de compléments CODEP-DRC-2019-034961 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 septembre 2019 relative au recensement des lieux de réutilisation des stériles miniers dans le domaine public en réponse à l'article 70 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu le courrier de réponse FRA-STE-RAD d'Orano Mining du 21 octobre 2019 aux demandes de l'ASN du 11 septembre 2019 susvisées et en réponse à l'article 70 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu la lettre IDF-CD-000451 d'Orano Mining du 19 décembre 2019 relative aux études PNGMDR 2016/2018 et au report du rapport d'étape sur la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans le lac de Saint Clément, en réponse à l'article 65 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu le rapport IDF-DT-008968 d'Orano Mining transmis le 18 février 2020 relatif à la modélisation de l'évolution temporelle de la chimie des eaux d'exhaure (France), en réponse à l'article 64 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu le rapport IDF-DT-009008 d'Orano Mining transmis le 18 février 2020 relatif à la réactivité des verses à stériles du Limousin, en réponse à l'article 67 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu le rapport IDF-DT-009035 d'Orano Mining transmis le 18 février 2020 relatif à la caractérisation et la réactivité des résidus de traitement issus de l'exploitation des minerais d'uranium en France (Lavaugrasse, Bellezane, Ribière, Cellier) et à la modélisation de la mobilité à long terme de l'uranium et du radium-226 dans les résidus de traitement de Bellezane, en réponse à l'article 68 de l'arrêté du 23 février 2017 ;

Vu l'avis de l'IRSN n° 2020-00062 du 23 avril 2020 relatif à la méthodologie d'évaluation de la dose efficace annuelle ajoutée (DEAA) dans l'environnement proche des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium (ICPE 1735) ;

Saisie, pour avis, par lettre référencée DGPR/SRT/MSNR/2019-102 du Directeur général de la prévention des risques du 13 septembre 2019, des études susvisées ;

Considérant que l'appellation « anciens sites miniers d'uranium » inclut également les sites de stockage de résidus de traitements miniers d'uranium ;

Considérant que les anciens sites miniers d'uranium sont à présent réaménagés ; que leur gestion présente un enjeu de protection de l'environnement et du public ; qu'il est ainsi nécessaire d'en assurer la surveillance et d'en limiter les impacts à long terme ;

Considérant que l'article L. 542-1-1-1 du code de l'environnement précise les orientations de la politique nationale de recherches et d'études mise en œuvre pour assurer, dans le respect des principes définis à l'article L. 542-1 de ce même code, la gestion des anciens sites miniers, telle que mentionnée à l'article 4 de la loi du 28 juin 2006 susvisée ;

Considérant que le débat public relatif à la 5<sup>e</sup> édition du PNGMDR a montré l'intérêt du public vis-à-vis des déchets miniers ; qu'il est ressorti du débat les souhaits que la sécurisation de ces sites sur le long terme soit prise en compte, que des actions d'amélioration de la protection de l'environnement et du public soient poursuivies, et que le dialogue local autour de chaque ancien site minier d'uranium soit renforcé si nécessaire ;

Considérant que la décision du 21 février 2020 susvisée dispose que « *les principes de la gestion des résidus historiques de traitement de conversion de l'uranium, des stockages historiques et des déchets miniers seront définis dans le prochain PNGMDR. La responsabilité de la mise en œuvre de ces principes sera portée par les autorités administratives compétentes, dans le cadre réglementaire existant en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement ou d'installations nucléaires de base. Une meilleure information et participation des territoires aux décisions visant les sites d'entreposage et de stockage de ces substances particulières seront recherchées* »,

## Rend l'avis suivant :

### 1 Évaluation de l'impact dosimétrique et environnemental à long terme des stockages de résidus de traitement miniers

#### 1.1 Stabilité à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium

Considérant que les études relatives aux ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement miniers visent à évaluer, compte tenu de la nature des déchets stockés et de la durée de vie supposée des ouvrages, leur sûreté et leurs performances à long terme en fonction des aléas naturels (séismes, inondations ...) ou du développement d'activités humaines ;

Considérant que, à la suite des premières études remises dans le cadre des précédents PNGMDR, il a été demandé à Orano Mining de constituer des dossiers géotechniques de ces ouvrages afin d'évaluer leur tenue à long terme ; qu'il était également apparu nécessaire, depuis le PNGMDR 2013-2015, d'élaborer, au sein d'un sous-groupe de travail pluraliste copiloté par l'ASN et la DGPR, une doctrine d'évaluation de la tenue à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium, sur la base des études déjà remises par Orano Mining ;

Considérant que le PNGMDR 2016 – 2018 a prescrit des études sur la robustesse des ouvrages, à l'article 69 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé ; qu'en réponse, Areva a remis, le 10 décembre 2018, les dossiers géotechniques susvisés pour les sites des Bois-Noirs Limouzat (42) et de l'Ecarpière (44) ;

Considérant que le sous-groupe de travail susmentionné, chargé d'élaborer la doctrine sur le sujet et de mettre à jour la méthodologie à l'issue des deux études remises, tel que missionné par la note du 23 juillet 2018 susvisée, n'a pas encore rendu ses conclusions ; que cette méthodologie d'évaluation des ouvrages devrait néanmoins être disponible fin 2021,

**L'ASN recommande que le sous-groupe de travail relatif au maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium poursuive ses travaux, sous l'égide de l'ASN et de la DGPR, et finalise la doctrine et la méthodologie d'évaluation de la tenue à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement miniers. Le sous-groupe de travail associera à ses travaux les acteurs locaux intéressés.**

**L'ASN recommande qu'Orano Mining prenne en compte, dans les études visant à vérifier et à garantir la robustesse de ses ouvrages à long terme, les recommandations relatives à la stabilité mécanique des ouvrages ceinturant les stockages de résidus, établies par le sous-groupe de travail précité.**

Considérant que l'avis de l'ASN du 25 août 2009 susvisé recommandait à Orano Mining de proposer un dispositif afin de supprimer la digue des Bois-Noirs Limouzat et de le mettre en place d'ici 2016 ; qu'Orano Mining a élaboré un projet de réaménagement du site par couverture solide en 2012, puis annoncé son abandon le 7 avril 2015, en précisant, par courrier du 28 octobre 2016 susvisé, que cela est la « *conséquence d'une impossibilité d'assurer la réalisation, en l'absence de consensus local nécessaire pour un projet d'une telle envergure* » ; qu'Orano Mining indique préférer l'option relative à l'adaptation de l'aménagement existant ;

Considérant qu'en attente de la finalisation de la doctrine d'évaluation de la stabilité des ouvrages à long terme, le dossier géotechnique du site des Bois Noirs-Limouzat transmis le 10 décembre 2018 susvisé ne permet pas de démontrer l'évolution sûre à long terme de cet ouvrage de grande dimension, qui comporte une lame d'eau,

**L'ASN estime que le site des Bois Noirs – Limouzat nécessitera la mise en place d'aménagements robustes pour garantir la protection de l'environnement et du public à long terme. À cet effet, le processus visant à étudier l'évolution à long terme du site et à prendre la décision d'un réaménagement pérenne devra impliquer les parties prenantes locales.**

## **1.2 Mobilité à long terme de l'uranium et du radium au sein des résidus de traitement miniers**

Considérant que les études portant sur la caractérisation physico-chimique des résidus de traitement issus de l'exploitation des minerais d'uranium visent à préciser la mobilité à long terme de l'uranium et du radium-226 au sein des résidus, afin d'évaluer et de limiter l'impact dosimétrique à long terme des stockages de résidus de traitement miniers ; que ces études reposent sur la connaissance scientifique des évolutions géochimiques à long terme des différents types de résidus de traitements miniers, ainsi que sur leur comportement géochimique, en zone saturée et en zone non saturée en eau ;

Considérant que, dans le cadre des précédentes éditions du PNGMDR, Orano Mining, après avoir précisé les caractéristiques générales des résidus de traitement miniers et leurs conditions de stockage, s'est attaché à caractériser la minéralogie et la chimie des résidus de traitement miniers et à déterminer les phases minérales sur lesquelles sont fixés le radium et l'uranium, ainsi que les paramètres qui en contrôlent la fixation ; que, afin d'appréhender les différents contextes géologiques et hydrogéologiques, ainsi que les différents types de résidus de traitement miniers présents dans les stockages, Orano Mining s'est consacré à l'étude de quatre anciens sites miniers représentatifs de ces contextes (Lavaugrasse (87), Bellezane (87), Ribière (23) et Cellier (48)), et a établi un premier modèle géochimique de la mobilité de l'uranium et du radium-226 dans les résidus de traitement du site de stockage de Bellezane ;

Considérant qu'Orano Mining a conclu, à la suite de toutes ces études, que l'uranium est principalement à l'état de traces au sein des résidus de traitement miniers ; que la présence de radium-226 est principalement contrôlée par son incorporation au sein de la barytine et que sa mobilité est très faible depuis son dépôt dans les stockages des résidus de traitement miniers ;

Considérant que, dans le cadre du PNGMDR 2016 – 2018, l'article 68 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé a prescrit des études complémentaires portant sur la mobilité de ces radionucléides ; qu'en réponse, Orano Mining a remis, par lettre du 17 janvier 2018 susvisée, une étude complémentaire sur l'évolution à long terme des résidus de traitement de minerais d'uranium, présentant la construction du modèle hydrogéochimique pour le site de Bellezane, puis, par lettre du 18 février 2020 susvisée, une étude complémentaire, présentant notamment la modélisation de la mobilité à long terme de l'uranium et du radium-226 dans les résidus de traitement de Bellezane ;

Considérant que les travaux menés par Orano Mining, dans le cadre du PNGMDR 2016-2018 susvisé, sur le développement et la réalisation d'un modèle hydrogéochimique des résidus de traitement miniers constituent une avancée ; qu'ils sont fondés sur le modèle conceptuel réalisé dans le cadre du PNGMDR 2010-2012 et sur des données thermodynamiques issues du programme de recherche et développement d'Orano Mining ; que, cependant, afin de justifier la cohérence du modèle développé, il est nécessaire de connaître la caractérisation des eaux interstitielles au sein du stockage afin d'en préciser les conditions hydrogéochimiques ;

Considérant qu'Orano Mining a remis, le 18 février 2020 susvisée, un rapport concernant la caractérisation des eaux interstitielles pour le site de Bellezane ;

Considérant qu'il est nécessaire de disposer, dans les prochaines années, de modèles aboutis, couplant géochimie et transport des radionucléides dans l'environnement, pour tous les types de stockages de résidus, afin de réaliser ces simulations ultérieurement sur les autres stockages de résidus de traitement miniers,

**L'ASN rappelle la nécessité d'évaluer l'évolution de l'impact dosimétrique et environnemental à long terme des stockages de résidus en considérant l'absence de dégradation notable des ouvrages les ceinturant.**

**L'ASN recommande, pour ce faire, qu'Orano Mining achève la modélisation de la mobilité à long terme de l'uranium et du radium-226 contenus dans les quatre stockages de résidus de traitement miniers représentatifs des contextes géochimiques et hydrogéologiques et des types de résidus miniers. L'ASN recommande qu'Orano Mining déploie ensuite ces modèles aux autres stockages de résidus. À l'issue de ces évaluations, Orano Mining fera des propositions pour limiter, si nécessaire, les impacts à long terme de ces stockages.**

### **1.3 Impact à long terme des sites de stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium**

Considérant que, dès les premières éditions du PNGMDR, l'impact à long terme des stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium a été étudiée et que les études fournies par Orano Mining ont permis d'améliorer la connaissance de ces stockages et de leur impact à long terme ; que les derniers travaux concernant la caractérisation géochimique des stockages de résidus, ainsi que la stabilité des ouvrages ceinturant les stockages de résidus, ont apporté de nouvelles connaissances qui permettent d'améliorer l'évaluation de l'impact à long terme des stockages des résidus de traitement miniers ;

Considérant que les travaux réalisés dans le cadre des précédents PNGMDR ont souligné la nécessité de tenir compte, en complément des agressions externes (séisme, régimes hydrauliques extrêmes etc.), des phénomènes (érosion, évolution des matériaux (physique, chimique, biologique ou leur cumul)) auxquels les ouvrages ceinturant les stockages de résidus miniers uranifères sont susceptibles d'être soumis ;

Considérant qu'il ressort du compte-rendu du débat public susvisé qu'il conviendrait d'approfondir l'association des parties prenantes aux travaux sur la méthodologie d'évaluation de l'impact à long terme des stockages de résidus miniers ;

Considérant que la méthodologie d'évaluation de la dose efficace annuelle ajoutée (DEAA) dans l'environnement proche des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium (ICPE 1735) qu'Orano Mining prévoit d'appliquer présente un intérêt certain ; que, sous réserve de la prise en compte de compléments, cette méthodologie pourrait justifier certaines évolutions de la surveillance de l'exposition externe due à ces sites, et nourrir des concertations locales sur leur surveillance à long terme,

**L'ASN rappelle la nécessité de disposer d'une méthodologie reconnue par l'ensemble des parties prenantes pour évaluer l'impact à long terme des stockages de résidus de traitement miniers, en situation d'évolution sans perturbation significative du site, puis en postulant des situations dégradées.**

**L'ASN estime donc nécessaire la mise en place d'un sous-groupe de travail dédié, qui s'attachera à mettre à jour la méthodologie d'évaluation à long terme développée par Orano Mining, et en particulier, à définir les scénarios de dégradation à long terme de la couverture des stockages de résidus de traitement miniers, en lien avec les scénarios d'évolution des sites de stockage de déchets radioactifs et les travaux menés dans le cadre du groupe d'expertise pluraliste sur les sites miniers d'uranium du Limousin.**

**L'ASN recommande que cette méthodologie soit ensuite testée sur un site par Orano Mining, puis appliquée à d'autres sites de stockages de résidus de traitement miniers dans le cadre des prochaines éditions du PNGMDR.**

## 2 Gestion des eaux issues des anciennes mines d'uranium

### 2.1 Traitement des eaux issues des anciens sites miniers d'uranium

Considérant que les études relatives à la gestion des eaux issues des anciens sites miniers d'uranium visent, d'une part, à mettre en œuvre une gestion adaptée de chaque site, en prenant en compte l'évolution naturelle des eaux, la limitation de l'empreinte environnementale et sanitaire du site, ainsi que l'évaluation de son impact à long terme, d'autre part, à rechercher des procédés de traitement les plus passifs possibles, voire d'envisager un arrêt du traitement des eaux ;

Considérant que, dans la continuité des travaux des éditions précédentes du PNGMDR, l'article 64 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé a prescrit des études ; qu'Orano Mining a remis, par lettre du 17 janvier 2018 susvisée, un bilan d'étape sur la gestion des stations de traitement des eaux des sites du Limousin, qui répond partiellement à la première échéance prescrite et complète celui remis dans le cadre du PNGMDR 2013-2015 ; que, après avoir fait un état des lieux des 15 stations de traitement des eaux concernées, ce bilan d'étape présente les enjeux et les améliorations apportées aux stations de traitement et qu'il améliore la connaissance de l'évaluation des risques sur les écosystèmes en aval du rejet de deux stations de traitement du Limousin, sur les sites du Fraisse et de Silord ;

Considérant qu'Orano Mining a remis, le 18 février 2020 susvisée, le rapport complémentaire relatif à la modélisation de l'évolution temporelle de la chimie des eaux d'exhaure et présente une modélisation de l'évolution naturelle des eaux de trois sites miniers sans stockage de résidus de traitement miniers (Fanay-Augères et Le Fraisse dans le département de la Haute-Vienne, Hyverneresse dans le département de la Creuse) ; que la méthodologie d'Orano est fondée sur l'évolution de la composition chimique des eaux observée depuis le réaménagement des sites miniers, il y a plusieurs dizaines d'années, et qu'elle conclut que les concentrations en uranium dans les eaux d'exhaure resteront stables dans les prochaines décennies, autour des valeurs mesurées aujourd'hui ;

Considérant que, en parallèle des demandes d'études à Orano Mining, une réflexion avait été engagée, dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, au sein d'un sous-groupe de travail, sur le choix de poursuivre, d'améliorer ou de mettre fin aux traitements des rejets aqueux provenant des anciens sites miniers au regard de différents critères, en particulier de l'impact global sur le milieu récepteur ; que ce sous-groupe de travail, copiloté par l'ASN et la DGPR, a été reconduit dans le cadre du PNGMDR 2016-2018 afin d'établir une méthodologie permettant d'évaluer les avantages et les inconvénients des différents traitements des eaux issues des sites miniers uranifères ; que la méthodologie d'aide à la décision retenue par le sous-groupe de travail est une analyse multicritère permettant d'évaluer si la situation actuelle en matière de gestion des eaux est optimale ; que la diffusion du guide méthodologique validé correspondant est prévue fin 2021,

**L'ASN rappelle la nécessité de disposer d'une méthodologie reconnue par l'ensemble des parties prenantes pour établir une stratégie de gestion pérenne des stations de traitement des eaux issues des anciens sites miniers.**

**L'ASN estime donc que les travaux du sous-groupe dédié doivent être poursuivis pour finaliser cette méthodologie d'analyse multicritère multi-acteurs pour, d'une part prendre en compte l'évolution naturelle des eaux, la limitation de l'empreinte environnementale et sanitaire du site, ainsi que l'évaluation de son impact à long terme et, d'autre part rechercher des procédés de traitement les plus passifs possibles, voire envisager un arrêt du traitement des eaux.**

**L'ASN recommande que cette méthodologie soit ensuite appliquée par Orano Mining à un ou plusieurs sites qu'il identifiera. Orano Mining établira ensuite une stratégie de gestion pérenne de toutes les stations de traitement des eaux issues des anciens sites miniers uranifères, en s'appuyant sur cette méthodologie d'analyse multicritère multi-acteurs.**

## **2.2 Relation entre les flux rejetés issus d'un ancien site minier et l'accumulation de sédiments marqués en aval**

Considérant que l'analyse de la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans un lac en aval d'un ancien site minier s'inscrit dans un cadre plus général visant à évaluer les options de gestion des sédiments dans les lacs et les rivières, afin de limiter le risque éventuel d'exposition engendré par ces sédiments ; que, pour cela, il est nécessaire de connaître les processus d'accumulation de sédiments radiologiquement marqués en aval des sites miniers d'uranium, de caractériser les phases sur lesquelles se fixent les radionucléides et d'évaluer la stabilité de ces phases en fonction des conditions physico-chimiques du milieu ; qu'il est nécessaire, sur la base de ces informations, de modéliser les transferts des radionucléides depuis les sites jusqu'aux zones d'accumulation de sédiments, d'étudier la stabilité de ces phases porteuses sur le long-terme et d'évaluer ainsi les différentes options de gestion des sédiments (maintien en place, curage et stockage sur un autre site, traitement *in situ* des sédiments ...), au regard des risques de remobilisation de la radioactivité initialement fixée sur ces sédiments ;

Considérant qu'Orano Mining a transmis une première étude en novembre 2014 susvisée concernant la relation entre les flux rejetés par l'ancienne mine des Bois Noirs-Limouzat et l'accumulation de sédiments marqués dans le lac de Saint-Clément en aval du site ; que, dans le cadre du PNGMDR 2016 – 2018, l'article 65 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé a prescrit des études complémentaires ; qu'Orano Mining a remis, par lettre du 23 janvier 2017 susvisée, en réponse à la première échéance, le rapport d'avancement relatif aux résultats de caractérisations complémentaires du niveau polymétallique observé dans les sédiments du lac de Saint-Clément ;

Considérant que les études remises en 2014 et 2017 susvisées mettent en évidence, en première approche, que l'ensemble des phases observées dans lesquelles s'accumulent l'uranium et le radium sont stables et immobiles et soulignent l'influence sur ces accumulations de métaux d'autres mines situées en aval du site des Bois Noirs-Limouzat ; que, ainsi, le marquage des sédiments du lac de Saint-Clément serait imputable à l'ancienne mine de Charrier, située entre le site des Bois Noirs-Limouzat et ce lac ;

Considérant que les résultats des caractérisations microbiologiques et des analyses des eaux interstitielles des sédiments du lac de Saint Clément, nécessaires à l'évaluation des processus mis en jeu lors de l'accumulation sédimentaire en aval des sites, n'ont pas été transmis, et ont été reportés par Orano Mining à fin 2020, par lettres du 10 décembre 2018 et du 19 décembre 2019 susvisées ; que ces éléments sont indispensables à la prise de décision sur la gestion de ces sédiments,

**Afin de limiter le risque éventuel, sur le long terme, d'exposition engendrée par des sédiments radiologiquement marqués, l'ASN estime nécessaire d'identifier et de préciser les processus d'accumulation de ces sédiments dans les rivières ou les lacs en aval des sites miniers d'uranium.**

**À cette fin, l'ASN recommande qu'Orano Mining finalise l'étude portant sur la relation entre les flux rejetés par le site des Bois Noirs-Limouzat et l'accumulation des sédiments marqués dans le lac de Saint-Clément. L'ASN recommande qu'Orano Mining examine ensuite l'opportunité d'études analogues pour d'autres sites, en fonction du contexte hydrogéologique ou de particularités locales, et en précise le calendrier.**

## **3 Évaluation de l'impact dosimétrique et environnemental associé aux stériles miniers**

Les stériles miniers sont des produits constitués par les sols et les roches excavés lors de l'exploitation minière, après récupération de la partie commercialement valorisable qui constitue le minerai.

### 3.1 Caractérisation des verses à stériles miniers issus de l'exploitation des mines uranifères

Considérant qu'au vu de la période radioactive des substances présentes dans les verses à stériles, il a été demandé à Orano Mining d'étudier leur réactivité à long terme ; que, pour cela, Orano Mining a choisi d'analyser les verses à stériles de cinq sites dans un contexte granitique commun (sites des Vieilles Sagnes, de Bellezane, de Pény et du Fanay dans le département de la Haute-Vienne, et d'Hyverneresse dans le département de la Creuse) afin de comparer et confirmer les similarités des résultats observés ;

Considérant que, dans le cadre du PNGMDR 2016 – 2018, l'article 67 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé a prescrit des études ; qu'Orano Mining a remis, par lettre du 31 juillet 2018 susvisée, une étude sur la réactivité des stériles d'anciennes mines d'uranium du Limousin, en réponse partielle à la première échéance, en complétant les connaissances géochimiques des verses à stériles ; qu'Orano Mining a ensuite remis une étude par courrier du 18 février 2020 susvisé concernant la réactivité des verses à stériles du Limousin et évaluant la mobilité de l'uranium dans un contexte granitique ; que ces éléments ne répondent que partiellement à la prescription et qu'Orano Mining a notamment reporté à 2022 l'achèvement des modélisations géochimiques prédictives de migration de l'uranium et l'étude du contexte sédimentaire ;

Considérant que ces études permettent néanmoins de montrer que, même dans les conditions oxydantes qui prévalent au sein des verses à stériles miniers de contexte granitique, l'uranium demeure peu mobile, alors même que ces conditions physico-chimiques sont généralement favorables à la migration de l'uranium, et que les pièges<sup>1</sup> naturels présents, surcapacitaires, contraignent la concentration en uranium à 15 µg/L en pied de verses ;

Considérant qu'il ressort du compte-rendu du débat public susvisé qu'il conviendrait d'approfondir l'association des parties-prenantes aux travaux sur la méthodologie d'évaluation de l'impact à long terme des anciens sites miniers, en particulier pour ce qui concerne l'impact des stériles miniers,

**L'ASN recommande qu'Orano Mining finalise l'étude sur l'évolution à long terme des verses à stériles miniers issus des anciennes mines uranifères en France, afin d'en tirer les enseignements, et les partage avec les acteurs locaux.**

### 3.2 Recensement des stériles miniers

Considérant que la circulaire du 22 juillet 2009 susvisée définit un plan d'action pour gérer les stériles qui ont été réutilisés en dehors du périmètre des anciennes mines d'uranium, afin de mieux connaître leurs utilisations et de réduire ou supprimer, si nécessaire, leurs impacts ; qu'Orano Mining s'est engagé à mettre en œuvre ce plan d'action par lettre du 12 juin 2009 susvisée ; que l'instruction de la DGPR du 8 août 2013 et l'instruction complémentaire du 4 avril 2014 susvisées définissent les modalités de traitement des cas de présence avérée de stériles miniers ;

Considérant qu'en réponse Orano Mining a remis, par lettre du 17 décembre 2014 susvisée, un bilan synthétique des actions engagées à cette date dans le cadre du recensement des stériles miniers réutilisés dans le domaine public ou privé ; qu'Orano Mining a rappelé la méthodologie mise en œuvre, et les actions d'information du public ainsi que de communication des résultats aux parties prenantes ; que cette méthodologie consiste à partir des mesures effectuées lors de la campagne hélicoptérée puis au sol, à identifier les zones dont la situation radiologique justifie, selon Orano Mining, la mise en œuvre d'actions correctives, à l'aide de critères de DEAA ne tenant pas compte de la contribution du radon ; que ce critère est calculé sur la base de scénarios d'exposition génériques, en intérieur ou extérieur ;

---

<sup>1</sup> Les phosphates d'uranium, la kaolinite, les oxyhydroxydes de fer, la smectite et la matière organique.

Considérant que cette méthodologie consiste, pour les cas dit « travaux » (DEAA moyenne supérieure à 0,6 mSv/an), à engager des actions correctives de manière systématique et, dans les cas dit « à discussion » (DEAA moyenne supérieure à 0,3 mSv/an ou DEAA maximale supérieure à 0,6 mSv/an), à engager éventuellement de telles actions sur la base des résultats d'une concertation avec les parties prenantes ;

Considérant que les situations d'exposition au radon susceptibles d'être d'origine anthropique à des niveaux supérieurs à 2 500 Bq/m<sup>3</sup>, dans les lieux de vie ou de travail, sont gérées par la mise en œuvre d'actions correctives suivant la note technique du 13 septembre 2016 susvisée ;

Considérant que, dans le cadre du PNGMDR 2016 – 2018, l'article 70 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé a prescrit un bilan d'avancement ; qu'en réponse à la première échéance, Orano Mining a remis, par lettre du 17 janvier 2018 susvisée, un bilan du recensement des stériles miniers et des actions réalisées, puis a apporté des compléments, par lettre du 21 octobre 2019 susvisée, en réponse aux demandes de l'ASN du 11 septembre 2019 susvisées ; que ces éléments ne sont cependant pas suffisamment détaillés pour les cas « à discussion », notamment au regard de l'avis du 9 février 2016 susvisé ;

Considérant que le recensement des stériles miniers, présents sur les verses des anciens sites miniers ou dans le domaine public, a débuté dans le cadre du PNGMDR 2010-2012, a été complété dans le cadre du PNGMDR 2013-2014 et est désormais achevé avec les études remises dans le cadre du PNGMDR 2016-2018 susvisé ; que, dans une démarche de conservation de la mémoire, de transparence et d'information du public, ce recensement doit être introduit dans l'outil MIMAUSA<sup>2</sup>, en application de l'article 66 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé ; qu'à ce jour, seules les verses à stérile sont répertoriées dans cette application, et non les zones de réemploi de stériles hors des sites ; que ces actions sont favorables à la conservation de la mémoire et doivent être étendues ;

Considérant que le code de l'environnement, pour les stockages de résidus, et le code de la santé publique en cas de situation d'exposition existante, prévoient l'instauration de servitudes d'utilité publique, dès lors que l'exposition annuelle moyenne de ces sites est supérieure à 1 mSv/an pour les usages actuels constatés,

**L'ASN constate que le recensement réalisé des verses à stérile et des stériles miniers dans le domaine public apparaît complet et que, sur la base de ce recensement, des mesures correctives ont été mises en œuvre pour les situations présentant une exposition annuelle moyenne supérieure à 0,6 mSv/an dans le domaine public, ou pour une exposition au radon susceptible d'être d'origine anthropique à des niveaux supérieurs à 2 500 Bq/m<sup>3</sup>.**

**L'ASN estime favorables les actions déjà menées pour la conservation de la mémoire de la présence des stériles miniers sur le territoire français, telles que, d'une part, en réponse à l'article 66 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé, l'introduction du recensement des verses à stériles miniers dans la base de données MIMAUSA et, d'autre part, en application de la note technique du 5 février 2018 susvisée, la mise en place de secteurs d'informations sur les sols (SIS), dès lors que l'exposition annuelle moyenne des stériles miniers dans le domaine public est supérieure à 0,6 mSv/an.**

**L'ASN recommande néanmoins, qu'afin de conserver la mémoire de la localisation des stériles dans le domaine public :**

- **L'opportunité de la mise en place de SIS dès lors que la DEAA moyenne est supérieure à 0,3 mSv/an soit étudiée,**
- **L'implantation des stériles miniers dans le domaine public soit également renseignée dans l'inventaire MIMAUSA.**

---

<sup>2</sup> Mémoire et Impact des Mines d'urAniUm : Synthèse et Archive

**Par ailleurs, l'ASN rappelle que les situations d'exposition au radon susceptibles d'être d'origine naturelle, identifiées lors du recensement des stériles miniers dans le domaine public, doivent faire l'objet d'une remédiation appropriée. Les outils qui ont vocation à s'appliquer sont précisés dans le plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon susvisé.**

Fait à Montrouge, le 4 février 2021 ;

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

*Signé par :*

Sylvie CADET-MERCIER

Lydie EVRARD

Jean-Luc LACHAUME

Géraldine PINA

*\* Commissaires présents en séance.*