

**Sous-groupe de travail PNGMDR « maintien des fonctions des ouvrages  
ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium »  
Rapport d'étape  
2019**

## Sommaire

<b>Sommaire</b> .....	1
1 Le contexte .....	2
2 Le PNGMDR et les travaux du GT .....	2
2.1 Études remises sur le sujet dans le cadre du PNGMDR .....	2
2.2 Création en 2012 d'un sous-groupe de travail « digue » dans le cadre du PNGMDR.....	3
3 La synthèse de l'avancement à l'issue de l'année 2018.....	5
3.1 Le domaine d'application couvert par les travaux du groupe de travail.....	6
3.2 La réglementation, les guides et la doctrine encadrant le domaine.....	6
3.3 Le retour d'expérience de tels ouvrages dans les domaines conventionnel et nucléaire .....	7
3.4 Éléments de doctrine à considérer.....	8
3.5 Méthodologie d'évaluation de la tenue des ouvrages.....	8
4 Travaux réalisés en 2019 .....	8
4.1 Réunion du groupe de travail du 4 février 2019 .....	8
4.2 Réunion du groupe de travail du 3 juin 2019 .....	9
4.3 Réunion du groupe de travail du 4 novembre 2019 .....	9
5 Perspectives.....	9
6 Références.....	11
Annexe 1 : Lettre de missions confiées au groupe de travail « stabilité des digues », 11 juillet 2014.	13
Annexe 2 : Lettre de missions confiées au groupe de travail « maintien des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement et de minerais d'uranium », 23 juillet 2018.....	18

## 1 Le contexte

La loi du 28 juin 2006 [1] relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs a introduit le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR).

Ce plan, mentionné à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, a pour objectif de dresser le bilan des modes de gestion existant des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues.

L'article 4 de la loi du 28 juin 2006 [1], dans le respect des principes de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, fixe plus particulièrement un objectif lié à la gestion des résidus miniers d'uranium avec la réalisation d'un « *bilan en 2008 de l'impact à long terme des sites de stockage de résidus miniers d'uranium et la mise en œuvre d'un plan de surveillance radiologique renforcée de ces sites* ».

Ce document constitue le rapport d'étape du groupe de travail « maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium » pour l'année 2019 et complète le rapport d'étape de l'année 2018 transmis le 9 septembre 2019 [2].

## 2 Le PNGMDR et les travaux du GT

### 2.1 Études remises sur le sujet dans le cadre du PNGMDR

Le décret du 16 avril 2008 [3] précise, à son article 10, le bilan attendu au 5° de l'article 4 de la loi du 28 juin 2006 [1] que l'exploitant des stockages de résidus miniers d'uranium doit réaliser. Cet article précise notamment la nécessité de mener : « *Une analyse des perspectives de mise en sécurité à long terme des résidus contenus par des digues de rétention [...]* ».

Ainsi, dans le cadre du PNGMDR 2007-2009, Areva Mines, devenue Orano Mining en janvier 2018, a remis une étude « *Analyse de la tenue à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de minerais uranifères* » [4]. Cette étude décrit les conditions de gestion des digues ceinturant certains stockages de résidus. De plus, après avoir rappelé la méthode établie en 2001 par le BRGM<sup>1</sup> [5] à la demande du ministère chargé de l'environnement afin d'évaluer la stabilité de celles-ci, l'étude expose les conditions d'application de cette méthode sur les 9 sites munis des digues les plus importantes et présente les résultats auxquels cette application aboutit.

Dans son avis du 25 août 2009 [6], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a estimé que la démarche d'Areva Mines était conforme au référentiel des installations classées et la stabilité actuelle des ouvrages satisfaisante. Cependant, compte tenu de la nature des déchets stockés et de la durée de vie supposée des ouvrages, l'ASN a considéré **qu'Areva Mines devait**

---

<sup>1</sup> Bureau de recherches géologiques et minières

**proposer pour fin 2011 un référentiel adapté aux exigences de long terme désignées aux stockages de résidus**, notamment pour la durée de vie des ouvrages (estimée, attendue, requise), la définition et la prise en compte des aléas naturels, des scénarios de dégradation des ouvrages ou encore les conséquences sur les ouvrages de l'arrêt des actions de surveillance et d'entretien.

Cette recommandation de l'ASN a été reprise dans le PNGMDR 2010-2012 et au b) de l'article 7 de l'arrêté du 23 avril 2012 [7]. Orano Mining a rendu deux études concernant l'évaluation de la sûreté à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères. La première étude, intitulée « *Évaluation de la sûreté à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères -1- Etude bibliographique* » [8], consiste en une étude bibliographique présentant notamment une analyse des notions de long terme, les évolutions possibles des ouvrages, les sollicitations à prendre en compte. La seconde étude, intitulée « *Évaluation de la sûreté à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères - 2 - Exigences à retenir (avec application au site générique)* » [9], définit les exigences à retenir et fournit les résultats d'une première évaluation pour un jeu d'hypothèses génériques, comme par exemple 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.

L'ASN, dans son avis du 11 octobre 2012 [10], a estimé que ces études permettent de disposer des bases nécessaires à l'évaluation de la stabilité des digues et de définir les niveaux d'exigence associés. Elle a recommandé qu'Orano Mining réalise un plan d'action afin de constituer les dossiers géotechniques associés à chaque digue. Cette recommandation a été reprise dans le PNGMDR 2013-2015 et également au V de l'article 1) du décret du 27 décembre 2013 [10]. Ainsi, Orano Mining a rendu en mars 2014 une étude intitulée « *Évaluation de la sûreté à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères - Plan d'action et définition de la méthodologie* » [12]. Dans son avis du 9 février 2016 [13], l'ASN a estimé **qu'Areva Mines doit poursuivre la constitution des dossiers géotechniques et doit appliquer la méthodologie définie par le groupe de travail relative à la stabilité mécanique des digues sur tout ou partie de ses sites.**

Cette recommandation a été reprise dans le PNGMDR 2016-2018 et au premier alinéa de l'article 69 de l'arrêté du 23 février 2017 [14]. Dans ce cadre, Orano Mining a remis au ministère chargée de l'environnement et à l'ASN, deux dossiers géotechniques, le 18 décembre 2018 :

- « *Établissement du dossier géotechnique des ouvrages des Bois Noirs* » [15] ;
- « *Établissement du dossier géotechnique des ouvrages de l'Ecarpière* » [16].

2.2 Création en 2012 d'un sous-groupe de travail « digue » dans le cadre du PNGMDR

En parallèle des demandes d'études, l'ASN a recommandé, dans son avis du 11 octobre 2012 [9], la création d'un **sous-groupe de travail (GT)** 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**. Il est prévu que ce travail s'appuie sur la base des études déjà transmises à ce sujet par Orano Mining.

Sur cette base, le PNGMDR, dans son édition 2013-2015, a demandé la création du groupe de travail « Stabilité des digues ». La principale mission du groupe de travail, fixée par le PNGMDR, est d'élaborer une méthodologie permettant d'éclairer les parties prenantes et le public sur les enjeux liés au maintien à long terme des ouvrages.

Ce groupe de travail, constitué en 2013, s'est réuni à 8 reprises jusqu'en 2015. Piloté par l'ASN et la Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR) de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR), il est constitué des représentants des organisations suivantes :

- Areva Mines (désormais Orano Mining),
- le département prévention et sécurité minière (DPSM) du BRGM,
- Mines ParisTech,
- le bureau d'étude technique et de contrôle des grands barrages (BETCGB) du Service technique de l'énergie électrique, des grands barrages et de l'hydraulique (STEEGBH) de la DGPR,
- le bureau du sol et du sous-sol (BSSS) de la DGPR,
- l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Les travaux du groupe de travail sont encadrés par une lettre de mission du 11 juillet 2014, en annexe 1 au présent rapport. Cette lettre de mission prévoit :

- la définition du périmètre du GT, avec notamment les définitions de la notion de long terme ou encore des niveaux d'exigence ou de performance attendus des ouvrages retenus,
- l'élaboration de la doctrine et de la méthodologie relatives à l'évaluation de la tenue des ouvrages sur le long terme avec la liste des hypothèses à prendre en compte et la méthodologie à employer.

Ces travaux se sont concrétisés sous la forme d'un projet de rapport, fin 2015, qui s'est principalement attaché à décrire la démarche technique à mener pour évaluer la stabilité géotechnique des digues, amendée de commentaires non discutés par le GT.

Dans le cadre de l'édition 2016-2018 du PNGMDR, le deuxième alinéa de l'article 69 de l'arrêté du 23 février 2017 [14] préconise la poursuite des travaux du groupe de travail, dorénavant intitulé « maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les résidus de minerai d'uranium »

et précise notamment que le GT est consulté sur la mise en œuvre de la méthode par Areva sur quelques cas et rend ses conclusions.

Afin de relancer les travaux du GT, un premier appel à participation au GT a été réalisé au cours de la réunion plénière du GT PNGMDR du 1<sup>er</sup> décembre 2017 et a fait l'objet d'un courriel le 19 décembre 2017.

Ainsi, un sous-groupe de travail a été constitué en janvier 2018. Pilotés par l'ASN et la MSNR de la DGPR, ce nouveau groupe de travail élargi est constitué des représentants des organisations suivantes :

- Orano Mining,
- le département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM,
- Mines ParisTech,
- le bureau d'étude technique et de contrôle des grands Barrages (BETCGB) du Service technique de l'énergie électrique, des grands barrages et de l'hydraulique (STEEGBH) de la DGPR,
- le bureau du sol et du sous-sol (BSSS) de la DGPR,
- l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN),
- France nature environnement (FNE),
- Arcadis France,
- L'agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA),
- Géodéris.

Les travaux du groupe sont désormais encadrés par la lettre de mission du 23 juillet 2018, en annexe 2 au présent rapport. Les missions du GT ont été renouvelées et élargies par rapport au précédent GT. En effet, le nouveau GT s'attachera, dans un premier temps, à compléter le projet de rapport de fin 2015 par des éléments de doctrine permettant d'encadrer les évaluations de l'exploitant et d'éclairer les parties prenantes mais aussi le public sur les enjeux liés à la stabilité de ces ouvrages, ainsi qu'à introduire les principes d'évaluation des conséquences en cas de perte de fonction des ouvrages. Dans un second temps, les travaux du GT viseront à finaliser la méthodologie d'évaluation du maintien des fonctions des ouvrages à long terme.

Il est à noter que la consultation du groupe de travail par Orano Mining sur la mise en œuvre de cette méthodologie sur quelques cas, mentionnée au second alinéa de l'article 69 de l'arrêté du 23 février 2017 [14], n'a pas encore été réalisée à ce jour.

### **3 La synthèse de l'avancement à l'issue de l'année 2018**

Après la reprise de ses travaux en début d'année 2018, le groupe de travail s'est attaché à analyser le contenu de la version 2015 du rapport et à mettre en lumière les besoins de

complément. Il est ressorti de cette analyse que, même si les éléments méthodologiques exposés dans la version 2015 du rapport reflétaient l'état de l'art en matière d'évaluation de la stabilité à long terme d'un ouvrage de ceinture, il était cependant nécessaire de préciser le cadre réglementaire, ainsi que les principes de doctrine susceptibles d'encadrer la déclinaison de telles évaluations par l'exploitant. Au cours de l'année 2018, les membres du groupe de travail se sont donc attachés à recueillir ces différents éléments et à adapter la structure du rapport de 2015 pour les y inclure. A la fin de l'année 2018, le groupe de travail a proposé un nouveau projet de rapport, en détaillant les nouvelles parties à rédiger, et en identifiant, parmi les membres du groupe de travail, un pilote et des contributeurs pour chacune d'elles. Ce projet de rapport envisagé par le groupe de travail comprend, outre une introduction, cinq chapitres techniques, présentés ci-après, décrivant les éléments à prendre en compte s'agissant des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium.

### 3.1 Le domaine d'application couvert par les travaux du groupe de travail

#### ***Pilote : Orano Mining – contributeurs : IRSN / MINES ParisTech / associations***

Les ouvrages visés par le rapport du groupe de travail sont tout type d'ouvrage dépassant le niveau naturel du sol. Ainsi, sur l'ensemble des 17 sites de stockages de résidus de traitement minier existants, 12 sites sont concernés, à savoir :

- 4 anciennes mines à ciel ouvert (MCO) avec des ouvrages ceinturant les stockages : Brugeaud, Montmassacrot, Lodève, Saint-Pierre du Cantal ;
- 5 stockages constitués de bassins clos par des ouvrages : Ecarpière, Bois-Noirs Limouzat, Bernardan, Bertholène, Lavaugrasse ;
- 3 stockages ceinturés par des merlons de terre de quelques mètres de hauteur : Gueugnon, Bauzot, Rophin.

Pour chacun de ces stockages sont présentées les principales caractéristiques des ouvrages de ceinture :

- caractéristiques des produits stockés ;
- caractéristiques de l'ouvrage ;
- mode de construction ;
- gestion des eaux internes et de surface ;
- analyse de stabilité à long terme.

### 3.2 La réglementation, les guides et la doctrine encadrant le domaine

#### ***Pilote : DGPR/MSNR – contributeur : ASN***

En l'absence de réglementation spécifique sur les ouvrages de ceinture entourant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium, ce chapitre passe en revue les différentes réglementations et les guides nationaux ou internationaux susceptibles de constituer une référence dans le contexte de l'évaluation du maintien, à long terme, des fonctions des ouvrages de ceinture.

Ces différentes références sont :

- la réglementation des ICPE relatives aux résidus de traitement du minerai d'uranium ;
- la réglementation applicable aux ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium :
  - la réglementation relative aux déchets de l'industrie extractive,
  - la réglementation relative aux ouvrages ceinturant les résidus sous lame d'eau ou liquides soumis à la nomenclature IOTA,
  - le guide méthodologique relatif à la réglementation de sécurité et de sûreté des barrages relevant de la loi sur l'eau ;
- la doctrine de la DGPR et de l'IRSN de 1999 [17] et l'avis complémentaire de l'IRSN de 2015 [18] relatifs aux stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium ;
- le document BREF « Gestion des déchets de l'industrie extractive » de décembre 2018 [19] ;
- le guide « Méthodologie d'évaluation de la stabilité des digues à stériles uranifères » du BRGM de septembre 2001 [5].

### 3.3 Le retour d'expérience de tels ouvrages dans les domaines conventionnel et nucléaire

**Pilote : IRSN – contributeurs : BRGM / MINES ParisTech / GEODERIS / STEEGBH**

Afin de définir le concept de longévité d'un ouvrage de ceinture, ce chapitre présente une revue des ouvrages anciens de retenue référencés dans la littérature internationale. Les causes de défaillances des ouvrages modernes sont également étudiées. Les éléments ainsi présentés dans le rapport montrent que les accidents survenus dans le monde concernant des grands ouvrages de retenue de résidus miniers sont principalement liés :

- à des défauts de reconnaissance géologique et géotechnique, ou de conception des ouvrages,
- à une insuffisance de maintenance ou de gestion des niveaux d'eau conduisant à des pressions d'eau trop importantes dans la retenue,
- à des pressions d'eau trop importantes à l'intérieur du corps de la digue à la suite d'événements extrêmes, comme des fortes précipitations ou des séismes,
- à une défaillance de l'ouvrage faisant suite à l'érosion externe, l'érosion interne ou le glissement de talus.

### 3.4 Éléments de doctrine à considérer

**Pilote : ANDRA – contributeurs : IRSN / BRGM / MINES ParisTech / GEODERIS / Associations**

A partir notamment des recommandations formulées en 2010 par le Groupe d'Expertise pluraliste (GEP) [20] sur les sites miniers du Limousin, ce chapitre propose les éléments de doctrine permettant d'encadrer les évaluations du maintien des fonctions à long terme des ouvrages de ceinture, à réaliser par l'exploitant. Il propose ainsi une définition de ce qui est attendu en termes de durée de vie de l'ouvrage, et précise les fonctions, les objectifs et les conditions associés à la tenue des digues sur le long terme. Il précise également les aléas à prendre en compte et la période de retour associée à chacun d'eux.

### 3.5 Méthodologie d'évaluation de la tenue des ouvrages

**Pilote à définir**

Dans ce dernier chapitre, le rapport s'attache à considérer les données d'entrée à recueillir par l'exploitant, les aléas couverts et les méthodes d'évaluation de la stabilité à long terme associées. Ce chapitre se fonde sur les éléments déjà présents dans la version 2015 du rapport du groupe de travail initial sur le maintien des fonctions des ouvrages de ceinture associés aux stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium.

## 4 Travaux réalisés en 2019

Le sous-groupe de travail « maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium » s'est réuni à trois reprises durant l'année 2019. Il n'a pas été rédigé de compte-rendu formalisé de ces réunions.

Le travail a porté sur la rédaction des chapitres décrivant le domaine à traiter par le groupe de travail, la réglementation et les référentiels techniques applicables, le retour d'expérience relatif aux ouvrages de ceinture ainsi que les éléments de doctrine afférents.

#### 4.1 Réunion du groupe de travail du 4 février 2019

Lors de cette première réunion, tous les pilotes préalablement identifiés ont fait une présentation de l'état d'avancement de la rédaction des chapitres 2 à 5 (à l'exception du paragraphe 5.6 relatif aux critères décisionnels en matière de besoin de renforcement des ouvrages de stockage) :

- Chapitre 2 – Domaine d'application : Orano Mining,
- Chapitre 3 – Réglementation, guides, doctrine : MSNR,
- Chapitre 4 – REX grands ouvrages : IRSN,
- Chapitre 5 – Éléments de doctrine : Andra.

L'objectif était de recueillir les avis des membres du GT sur les parties rédigées et de valider l'avancement de ces parties, le cas échéant, lors de la séance. Il est apparu qu'à l'exception du



chapitre 5, la rédaction des trois autres parties étaient très largement avancée. Concernant le chapitre 5, l'IRSN a fait une présentation, qui a amené le groupe de travail à discuter des points de doctrine qui nécessitaient encore des débats, notamment la question de la durée de vie des ouvrages et de la période de retour associée aux aléas considérés.

Le GT s'est ainsi accordé sur la définition de la notion de durée de vie des ouvrages en tant que période sur laquelle le maintien de leurs fonctions serait à assurer compte-tenu des aléas prévisibles, principalement les séismes et les conditions climatiques extrêmes. Une durée de vie de 1 000 ans a été retenue à partir du retour d'expérience international et des réflexions de doctrine menées en France et au niveau européen.

Le groupe de travail a par ailleurs décidé d'ajouter un glossaire dans le projet de rapport.

#### 4.2 Réunion du groupe de travail du 3 juin 2019

Lors de cette seconde réunion du groupe de travail, Orano Mining a effectué une présentation de la version finale du chapitre 2 relatif au domaine d'application. Cette version a été validée en séance. La MSNR a ensuite présenté la dernière version du chapitre 3 relatif à la réglementation et aux référentiels techniques applicables. Ce chapitre a été validé en séance. L'IRSN a fait une présentation du chapitre 4 relatif au retour d'expérience international sur la stabilité à long terme des ouvrages de retenue et sur les défaillances survenues au niveau de ces ouvrages. Le chapitre a également été validé en séance.

Enfin, une restructuration du chapitre 5 relatif aux principes de la doctrine a été discutée par les membres du groupe de travail et a conduit à demander à l'IRSN d'en rédiger un nouveau projet.

#### 4.3 Réunion du groupe de travail du 4 novembre 2019

La troisième réunion du groupe de travail s'est articulée autour d'une présentation de l'IRSN synthétisant les avancées du groupe de travail relatives aux principes de doctrine encadrant les évaluations du maintien à long terme des fonctions des ouvrages de ceinture. Au cours de la réunion, les membres du groupe de travail se sont accordés sur l'absence de garantie de la stabilité des ouvrages à long terme sans un entretien régulier des ouvrages du stockage. Il apparaît ainsi nécessaire de maintenir une surveillance et un entretien régulier du site sur une durée d'au moins plusieurs centaines d'année, voire sur l'ensemble de la durée de vie de l'ouvrage (1 000 ans), impliquant ainsi une charge pour les générations futures. Cette durée devra être confirmée en 2020.

## 5 Perspectives

Les travaux à mener en 2020-2021, visent dans un premier temps à finaliser la rédaction du chapitre 5 du rapport, présentant les éléments de doctrine encadrant l'évaluation du maintien des fonctions des ouvrages de ceinture des stockages de résidus de traitement de minerais

d'uranium. Dans un second temps, le groupe de travail reprendra et enrichira les éléments dédiés aux approches méthodologiques d'évaluation de la tenue des ouvrages issus de la version 2015 du rapport du groupe de travail (chapitre 6).

En lien avec les recommandations formulées par le PNGMDR qui ont inspiré le second alinéa de l'article 69 de l'arrêté du 23 février 2017 [14], en parallèle du travail de rédaction du guide méthodologique, une analyse de compatibilité avec les recommandations du rapport du groupe de travail sera réalisée par les membres du GT sur les études remises en décembre 2018 relatives à la stabilité des digues des Bois-Noirs dans la Loire [15] et de l'Écarpière en Loire-Atlantique [16], menées en application du projet de rapport du GT « digues » d'octobre 2015. Cette analyse permettra de faire évoluer ou de confirmer les éléments de la méthodologie d'évaluation du projet de rapport du groupe de travail. Ce travail pourra également être réalisé sur les études qui seront remises en 2020 par Orano Mining.

## 6 Références

- [1] Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs
- [2] Rapport d'étape du groupe de travail « maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium » pour l'année 2018, courrier signé conjointement par la Direction générale de la prévention des risques (référence MTES/DGPR/SRT /MSNR/2019-100) et l'Autorité de sûreté nucléaire (référence CODEP/DRC/2019-035474)
- [3] Décret n° 2008-357 du 16 avril 2008 pris pour l'application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et fixant les prescriptions relatives au Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- [4] Étude Areva Mines, Analyse de la tenue à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de minerais uranifères, BUM/DO/DQSE RT 07/06, 19 janvier 2009
- [5] Méthodologie d'évaluation de la stabilité des digues à stériles uranifères, application aux deux sites pilotes, BRGM/RP-51068-FR, septembre 2001
- [6] 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
- [7] 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
- [8] Etude Areva Mines, Evaluation de la sûreté à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères -1- Etude bibliographique RP P 002231 01, janvier 2012
- [9] Etude Areva Mines, Evaluation de la sûreté à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères -2- Exigences à retenir (avec application au site générique), RP P 002231 02, janvier 2012
- [10] 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, Évaluation du dossier de l'impact des résidus miniers d'uranium et de la gestion des anciens sites miniers d'uranium
- [11] Décret n° 2013-1304 du 27 décembre 2013 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
- [12] Étude Areva Mines, Évaluation de la sûreté à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères - Plan d'action et définition de la méthodologie, P. 005961NT0, mars 2014
- [13] 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
- [14] Arrêté du 23 février 2017 pris en application du 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
- [15] Rapport Areva, Établissement du dossier géotechnique des ouvrages des Bois Noirs, P.005961.0002 NT07, mars 2018

- [16] Rapport Areva, Établissement du dossier géotechnique des ouvrages de l'Ecarpière, P.005961.0003 NT09, juillet 2018
- [17] Rapport DGPR-IRSN, Doctrine en matière de réaménagement des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium, note technique IRSN/DPRE/SERGD 99-42, mai 1999
- [18] Avis sur la mise à jour de la doctrine en matière de réaménagement des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium de mai 1999, Avis IRSN n° 2015-00053, avril 2015
- [19] Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries, Elena Garbarino, Glenn Orveillon, Hans G. M. Saveyn, Pascal Barthe, Peter Eder, Joint Research Centre for policy report, European Commission, EUR 28963 EN, 2018
- [20] Recommandations pour la gestion des anciens sites miniers d'uranium en France - Des sites du Limousin aux autres sites, du court aux moyen et long termes – Rapport final du Groupe d'Expertise Pluraliste sur les sites miniers d'uranium du Limousin (GEP), Septembre 2010

## Annexe 1 : Lettre de missions confiées au groupe de travail « stabilité des digues », 11 juillet 2014



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE,  
ET DE L'ÉNERGIE



### **Direction générale de la prévention des risques**

Service des risques technologiques  
Mission sûreté nucléaire et radioprotection  
92055 La Défense cedex

Affaire suivie par Jérémie VALLET  
Nos réf. : DGPR/SRT/MSNR/2014-092

### **Autorité de Sûreté Nucléaire Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle**

15 rue Louis Lejeune  
CS70013  
92541 MONTROUGE CEDEX

Affaire suivie par Amel MELLOUK  
Nos Réf. : ASN-CODEP-DRC-2014-032673

Montrouge, le 11 JUIL. 2014

#### **Note à l'attention**

#### **des membres du « groupe de travail stabilité des digues »**

#### **Objet : Missions confiées au « groupe de travail stabilité des digues »**

Le Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs, prévu à l'article L.542.1 du code de l'environnement, aborde les problématiques liées à la gestion des anciens sites miniers d'uranium. L'un des axes de la gestion de ces sites concerne la tenue à long terme des digues ceinturant les stockages de résidus issus du traitement du minerai d'uranium.

Dans le cadre du PNGMDR 2007-2009, AREVA a remis aux services de l'Etat une étude sur l'évaluation de la tenue des digues en cohérence avec le cadre méthodologique défini par le BRGM. Cette première approche indiquait une bonne stabilité des ouvrages, mais nécessitait des compléments.

Dans le cadre du PNGMDR 2010-2012, AREVA a rendu deux études complémentaires, prenant notamment en compte un niveau d'aléa sismique renforcé et l'impact de l'arrêt de l'entretien des sites. Ces différents éléments produits par AREVA permettent désormais de disposer des bases nécessaires à la formalisation de la doctrine à suivre pour évaluer la stabilité géomécanique à long terme des digues et à la définition des niveaux d'exigences associés pour garantir la sûreté à long terme des stockages.

Le PNGMDR, dans son édition 2013-2015, demande la création du groupe de travail « GT Stabilité des digues ». Sa mission consiste à « élaborer la doctrine d'évaluation de la tenue à long terme des digues ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium sur la base des études déjà transmises à ce sujet par AREVA. »



## 1. Objectif et livrable du groupe

Les membres du GT se fixent pour mission de rendre un rapport présentant des propositions quant à la doctrine d'évaluation de la stabilité des digues, notamment en termes de définition :

- de la notion de long terme associée à ces ouvrages ;
- des niveaux d'exigences ou de performance associés ;
- de la méthodologie d'évaluation de la tenue des ouvrages.

Les membres du GT s'attacheront à prendre en compte :

- l'ensemble des études transmises par AREVA Mines dans le cadre du PNGMDR ainsi que les avis de l'ASN et ceux de l'IRSN sur ces études ;
- la réglementation concernant les exigences associées aux ouvrages dans le milieu conventionnel ;
- le retour d'expérience des organisations en charge de la gestion et du suivi des ouvrages dans le milieu conventionnel.

## 2. Organisation des travaux

### 2.1. Composition du groupe

Le pilotage et le secrétariat du groupe de travail « Stabilité des digues » sont assurés conjointement par la DGPR/MSNR et l'ASN.

Les membres du GT représentent leur organisation : d'autres représentants peuvent se joindre aux réunions à la discrétion des organisations.

AREVA Mines : M. Crochon, M. Andres

IRSN : M. Cushing, M. Guillevic, Mme Gallerand

DGPR / BSSS : M. Chevallier, Mme Léger

BRGM / DPSM : M. Sabourault

DGPR / BETCGB : M. Aigouy

Mines ParisTech : M. Fleurisson

Ponctuellement, d'autres organisations peuvent être associées aux discussions sur des points précis (Geoderis, INERIS, BARPI, ANDRA...).

### 2.2. Thèmes de travail

Le groupe de travail « Stabilité des digues » s'attachera en particulier à répondre aux problématiques listées ci-dessous.

#### 1. Définition du périmètre du GT

##### a) Définitions

- définir les types d'ouvrages (digues, barrages, merlons) tels que retenus pour le GT en précisant les catégories d'ouvrages non retenues dans le périmètre du GT ;
- définir la notion de stabilité ;
- définir la fonction des ouvrages retenus ;
- définir la notion de long terme.

b) Retour d'expérience d'autres configurations similaires

- éventuellement partager la vision avec d'autres organisations sur le sujet ;
- réaliser un inventaire des cas de ruptures de digues et des enjeux associés (cas de Malvésí, rapport OPECST de 2008) ;
- réaliser un inventaire du REX international (notamment d'après le rapport GT Séisme et Barrage DGPR/SRNH).

2. Évaluation de la tenue des ouvrages sur le long terme

a) Hypothèses à prendre en compte

- définir le périmètre potentiellement impacté ;
- définir les caractéristiques de l'évolution climatique en cohérence avec l'échelle temporelle visée ;
- définir les caractéristiques des aléas d'origine naturelle à prendre en compte (amplitude, période de retour, type de phénomènes – séisme, crue, pluie extrême, ...) ;
- définir l'évolution probable des matériaux en fonction du contexte climatique (effets de la végétation, de l'érosion, des phénomènes de dissolution/précipitation, de l'altération par le gel et les cycles gel-dégel, sécheresse, ...) ;
- statuer sur la prise en compte ou non d'un changement d'usage du site ;
- définir la durée de vie attendue de l'ouvrage, en particulier :
  - estimer la durée de vie théorique de l'ouvrage ;
  - définir les exigences associées à la durée de vie théorique de l'ouvrage ;
- statuer sur la prise en compte des événements concomitants ;
  - définir les attendus en termes de réponses de l'ouvrage.

b) Méthodologie d'évaluation de la tenue des ouvrages

- définir la méthodologie à mettre en œuvre pour évaluer la tenue des ouvrages sur la base des éléments issus du 2a et des documents déjà produits, notamment ceux d'AREVA, et des avis associés.

2.3. Aspects réglementaires – documents de référence

Les membres du GT se baseront notamment sur la documentation suivante :

Réglementation et guides

- Arrêté du 19/04/10 relatif à la gestion des déchets des industries extractives
- Directive 2006/21/CE du Parlement Européen et du Conseil du 15 mars 2006 concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive et modifiant la directive 2004/35/CE
- Arrêté du 24/01/11 fixant les règles parasismiques applicables à certaines installations classées
- MTD (BREF) : Gestion des résidus et des stériles des activités minières (janvier 2009) (DGPR)
- Décision de la Commission du 20 avril 2009 relative à la définition des critères de classification des installations de gestion de déchets conformément à l'annexe III de la directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive

#### Documents concernant les ouvrages dans le domaine conventionnel :

- OPECST : Rapport sur l'amélioration de la sécurité des barrages et ouvrages hydrauliques (juillet 2008)
- MEDDTL-DGPR (novembre 2010) : Risque sismique et Sécurité des ouvrages hydrauliques
- CFBR (juin 2010) : Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblai – Recommandations provisoires
- CFBR (juin 2013) : Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages

#### Études demandées par les pouvoirs publics concernant les stockages de résidus de traitement des minerais d'uranium

- 1986 : Note d'instruction technique relative aux installations de traitement des minerais d'uranium
- 1993 : Rapport Barthélémy-Combes « Déchets faiblement radioactifs – 1ere partie : stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium
- 1999 : Doctrine de réaménagement des stockages de résidus
- 2001 : Méthodologie pour l'évaluation de l'impact radiologique des stockages de résidus et traitement de minerais d'uranium élaborée par l'IRSN (ex IPSN)
- 2001 : Méthodologie d'évaluation de la stabilité des digues ceinturant certains stockages de résidus élaborée par le BRGM (BRGM-RP-51068-FR)
- 2010 : Rapport du GEP Limousin - Recommandations pour la gestion des anciens sites miniers d'uranium en France

#### Études AREVA et avis IRSN et ASN dans le cadre du PNGMDR

- PNGMDR 2007-2009 :
  - ✓ Note AREVA BUM/DI/QSSE RT 07/062 du 19 janvier 2009 : Analyse de la tenue à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères ;
  - ✓ Avis IRSN IRSN/DIR/2009/388 du 12 juin 2009 ;
  - ✓ Avis ASN n°2009-AV-0075 du 25 août 2009.
- PNGMDR 2010-2012 :
  - ✓ Notes AREVA :
    - ✓ Note Coyne et Bellier RP P. 002231.01 partie 1 étude bibliographique du 23 janvier 2012
    - ✓ Note Coyne et Bellier RP P. 002231.02 partie exigence à retenir avec application au site générique du 23 janvier 2012
  - ✓ Avis IRSN n°2012-330 du 16 juillet 2012
  - ✓ Avis ASN n°2012-AV-0168 du 11 octobre 2012

#### 2.4. Méthode de travail



Les travaux seront réalisés entre les séances du GT et les conclusions présentées en séances plénières et discutées. Le rapport présentera les conclusions du GT. Les relevés de décision permettront de tracer les orientations prises par le GT.

Les points de désaccord sur les éléments de doctrine retenus pourront apparaître dans le corps du texte du rapport.

### 3. Calendrier de travail:

L'échéance de remise du document de doctrine est fixée au 1<sup>er</sup> trimestre 2015. Il est prévu que le GT « Stabilité des digues » se réunisse à une fréquence d'une réunion tous les deux ou trois mois en fonction des besoins.

Le chef de la mission  
sûreté nucléaire et radioprotection

BENOIT BETTINELLI  
Pi  
  
J. VALLET

Le directeur des déchets,  
des installations de recherche et du cycle

  
FABIEN SCHILZ

## Annexe 2 : Lettre de missions confiées au groupe de travail « maintien des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement et de minerais d'uranium », 23 juillet 2018



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE



Direction générale  
de la prévention des risques  
Service des risques technologiques  
Mission sûreté nucléaire et radioprotection  
92055 La Défense cedex

Affaire suivie par Sandrine BUSSON  
Réf. : DGPR/SRT/MSNR/2018/079

Autorité de Sûreté Nucléaire  
Direction des déchets, des installations de  
recherche et du cycle  
15 rue Louis Lejeune - CS70013  
92541 MONTROUGE CEDEX

Affaire suivie par Sarah MAUROUX  
Réf. : CODEP-DRC-2018-028825

Montrouge, le **23** JUL. 2018

### Note 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 »**

Objet : Missions confiées au groupe de travail

Le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, traite de la gestion des anciens sites miniers d'uranium. Un des axes de cette gestion concerne la tenue à long terme des digues ceinturant les stockages de résidus issus du traitement du minerai d'uranium.

Dans le cadre du PNGMDR 2007-2009, Areva Mines, devenue Orano Mining, a remis une étude sur l'évaluation de la tenue des digues en cohérence avec le cadre méthodologique défini par le BRGM. Cette première approche indiquait une bonne stabilité des ouvrages à long terme, mais nécessitait des compléments.

Dans le cadre du PNGMDR 2010-2012, Orano Mining a rendu deux études complémentaires, prenant en compte notamment une augmentation du niveau d'aléa sismique et l'impact de l'arrêt de l'entretien des sites. Ces éléments permettent de disposer des bases nécessaires à la formalisation de la doctrine à suivre pour évaluer la stabilité géomécanique à long terme des digues et à la définition des exigences associés pour garantir la sûreté à long terme des stockages.

Le PNGMDR, dans son édition 2013-2015, demande la création du groupe de travail « GT Stabilité des digues ». Sa mission consiste à « élaborer la doctrine d'évaluation de la tenue à long terme des digues ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium sur la base des études déjà transmises [...] ». Le PNGMDR 2016-2018 préconise la poursuite des travaux du groupe de travail « maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les résidus de minerai d'uranium ».

## 1. Objectif du groupe de travail

Un groupe de travail « stabilité des digues », pluraliste et composé d'un nombre de représentants des différentes parties prenantes, experts techniques, exploitant, administration, a été constitué en 2013 et s'est réuni à neuf reprises jusqu'en 2015, ses missions étaient encadrées par la note du 11 juillet 2014. Afin de cadrer la reprise des travaux du GT, maintenant intitulé « maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium », la présente note définit les missions GT, élargit sa composition, fixe les modalités de fonctionnement et les livrables attendus ainsi que leurs échéances.

La principale mission du GT est d'élaborer une méthodologie permettant d'éclairer les parties prenantes (autorités administratives, l'exploitant...) et le public sur les enjeux liés au maintien à long terme des ouvrages. Le GT, dans sa forme précédente, a établi un projet de méthodologie d'évaluation de la stabilité.

*Le PNGMDR 2016-2018 indique que « la vérification de la stabilité de la digue sur le long terme, repose, pour le groupe de travail, sur l'analyse du maintien des performances minimales nécessaires au maintien de ses fonctions (contenir les produits et limiter les transferts à l'extérieur) en dépit des agressions (aléa sismique, régimes hydrauliques extrêmes) auxquelles il est susceptible d'être soumis. Le groupe de travail propose une démarche à suivre et des méthodes d'évaluation de la tenue à long terme des digues de stockages de résidus. Néanmoins, les ouvrages peuvent être soumis à d'autres aléas : l'érosion, l'évolution des matériaux (physique, chimique, biologique des différents éléments constitutifs de l'ouvrage et des résidus) ou le relais d'aléas, que les connaissances actuelles ne permettent pas d'évaluer. Ces aléas doivent néanmoins être pris en considération si des éventuels travaux de confortement devaient être mis en oeuvre. »*

Afin d'éprouver ce projet, le PNGMDR 2016-2018 indique que « le groupe de travail sera consulté par Areva sur la mise en œuvre de cette méthode sur quelques cas et rendra ses conclusions avant le 31 décembre 2017 ». Au regard de ce retour d'expérience, une mise à jour de la méthodologie établie par le GT sera réalisée.

Le GT précisera les réflexions précédentes et définira notamment :

- la notion de long terme associée à ces ouvrages,
- les performances attendues des ouvrages à long terme et les exigences associés,
- la méthodologie d'évaluation de la tenue des ouvrages.

Une première étude des éléments d'évaluation des conséquences en cas de perte de fonctions de ces ouvrages sera établie.

Le GT s'attachera à prendre en compte :

- l'ensemble des études transmises par Orano Mining dans le cadre du PNGMDR ainsi que les avis de l'ASN et ceux de l'IRSN sur ces études ;
- la réglementation et documents techniques concernant les exigences associées aux ouvrages dans les domaines physico-chimique et radiologique ;
- le retour d'expérience des organisations en charge de la gestion et du suivi des ouvrages dans les domaines physico-chimique et radiologique.

## 2. Organisation des travaux

### 2.1. Composition du groupe

Le pilotage et le secrétariat du GT sont assurés par l'ASN, avec l'appui de la DGPR/MSNR. Le secrétariat technique est confié à l'IRSN.

Les membres représentent leur organisation. Chaque organisation peut désigner d'autres représentants pouvant se joindre aux réunions. Les organisations représentées sont :

- Orano Mining,
- IRSN,
- DGPR / BSSS,
- BRGM / DPSM,
- DGPR / BETCGB,
- MINES ParisTech,
- FNE,
- ARCADIS
- ANDRA,
- GEODERIS.

## 2.2. Thèmes de travail

Le GT répond aux problématiques listées ci-dessous.

### a) *Définition du périmètre du GT*

#### ✓ *Terminologie (Références du GT)*

Le GT définit :

- les types d'ouvrages (digues, barrages, merlons) retenus, en précisant ceux qui ne sont pas retenus dans le périmètre du GT ;
- la fonction des ouvrages retenus ;
- la notion de long terme ;
- les aléas pris en compte ;
- la notion de tenue ou maintien des fonctions des ouvrages ;
- les typologies des pertes de fonction de l'ouvrage ;
- les éléments d'évaluation des conséquences des pertes de fonctions d'un ouvrage par rapport aux aléas considérés.

#### ✓ *Mise à jour des documents supports*

Le GT réalise une mise à jour de la liste des textes réglementaires relatifs aux ouvrages retenus, des guides techniques et des études. Il se repose notamment sur la liste en annexe.

#### ✓ *Retour d'expérience d'autres configurations similaires*

Le GT précise notamment les éléments suivants :

- les approches d'autres organisations ayant des problématiques similaires (barrages, digues de rivière, merlons, verses d'anciennes mines...);
- l'inventaire des cas de ruptures de digues et les enjeux associés (cas Malvés, rapport OPECST de 2008),
- le retour d'expérience international (notamment d'après le rapport GT Séisme et Barrage DGPR/SRNH).

### b) *Évaluation du maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les résidus de minerais d'uranium*

Le GT définit les données d'entrée pour la mise en place d'une méthodologie d'évaluation du maintien des fonctions des ouvrages (périmètres potentiellement impactés, tenue des ouvrages dans le temps...).

Pour établir cette méthodologie, il s'appuie sur le projet de méthodologie proposé par le premier groupe de travail l'enrichit par le retour d'expérience suite à la réalisation des premières études d'Orano Mining d'évaluation du maintien des fonctions de ses ouvrages.

*c) Principes d'évaluation des conséquences en cas de perte de fonction de l'ouvrage*

Après avoir établi une méthodologie d'évaluation du maintien des fonctions des ouvrages sur le long terme, le GT étudie les principes d'évaluation des conséquences des défaillances des ouvrages.

Ces principes d'évaluation devront permettre, en fonction de la réglementation, de :

- caractériser les enjeux des sites ;
- caractériser les conséquences d'une défaillance en fonction de différents scénarios.

### 2.3. Organisation du travail

À partir du projet de rapport du GT « stabilité des digues » du 22 octobre 2015, les membres du GT complète les travaux précédents selon 3 axes :

- Mise à jour des éléments décrits dans le rapport portant sur la doctrine ;
- Développement des éléments de justification des hypothèses retenues dans la méthodologie ;
- Mise à jour de la méthodologie au vu des deux premiers cas d'études réalisées par Orano Mining.

### 3. Calendrier de travail

Le GT se réunit régulièrement (4 à 5 réunions annuelles). Les travaux du GT font l'objet d'un rapport d'étape au plus tard le 31 décembre 2018.

Le chef de la mission  
sûreté nucléaire et radioprotection



BENOÎT BETTINELLI

Le directeur des déchets,  
des installations de recherche et du cycle



CHRISTOPHE KASSIOTIS