

Auteur :

Expert AFCN en charge : [REDACTED]

Contributeurs

Experts AFCN : [REDACTED]

Experts Bel V : [REDACTED]

Classification :	Néant
Numéro :	2020-05-29-FB-5-4-1-FR
Date :	2020-06-15
Titre :	Avis de l'AFCN sur le plan de gestion à long terme des déchets radioactifs conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie, le rapport d'incidences sur l'environnement qui l'accompagne et le résumé non technique.
Résumé :	L'AFCN formule le présent avis en application de la loi du 13 février 2006 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement et à la participation du public dans l'élaboration des plans et des programmes relatifs à l'environnement. Cet avis ne préjuge en rien de la position de l'AFCN lors des prochaines étapes du processus décisionnel, y compris l'éventuelle demande d'autorisation pour un stockage géologique et son rapport d'incidences environnementales. L'AFCN a rédigé cet avis en consultation avec son support technique Bel V.
Date de mise en application :	2020-06-13

Approbation du document

<u>Révision</u>	<u>Auteur</u>	<u>Vérification</u>	<u>Approbation</u>
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Diffusion

Interne :	[REDACTED]
Externe : ONDRAF :	[REDACTED]
Bel V :	[REDACTED]
FANC WEB SITE	[REDACTED]

Table des matières

1. Contexte.....	3
2. Rappel de l'objectif du plan et du rapport sur les incidences environnementales.....	3
3. Considérations relatives aux entreposages et technologies nucléaires avancées en tant que solutions de gestion à long terme alternatives	4
3.1. Considérations relatives aux entreposages	4
3.2. Considérations sur les technologies nucléaires avancées.....	5
4. Avis de l'AFCN quant à la gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie	7
5. Avis AFCN sur le plan.....	8
6. Terminologie utilisée dans le cadre de cet avis.....	10
Annexe 1 : Commentaires sur le rapport d'incidences sur l'environnement	12
Annexe 2 : Commentaires sur le résumé non technique.....	17
Références	18

**Le présent document doit être lu dans son entièreté pour éviter toute erreur d'interprétation pouvant résulter d'une lecture partielle.
Toute citation d'extraits de celui-ci doit y référencer.**

1. Contexte

L'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN) a pour mission de veiller à ce que la population, les travailleurs et l'environnement soient protégés contre les dangers résultant des rayonnements ionisants [1].

L'AFCN formule le présent avis en application de la loi du 13 février 2006 [2] relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement et à la participation du public dans l'élaboration des plans et des programmes relatifs à l'environnement. Conformément à l'article 12 de cette loi, et en tant qu'autorité de réglementation compétente, l'AFCN a été sollicitée par l'Organisme National des Déchets Radioactifs et des matières Fissiles enrichies (ONDRAF), pour émettre un avis sur les documents suivants :

- le plan de gestion à long terme des déchets conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie [3],
- le rapport d'incidences sur l'environnement [4] qui l'accompagne,
- le résumé non technique [5].

L'AFCN a rédigé cet avis en consultation avec son support technique Bel V en charge de réaliser les contrôles réguliers et les évaluations de sûreté dans les principales installations nucléaires belges.

Cet avis se limite aux aspects qui relèvent de la compétence de l'AFCN, à savoir la sûreté et la sécurité nucléaire. Il ne préjuge en rien de la position de l'AFCN lors des prochaines étapes du processus décisionnel, y compris l'éventuelle demande d'autorisation pour un stockage géologique et son rapport d'incidences environnementales.

Ce document comprend :

- un rappel de l'objectif du plan et du rapport sur les incidences environnementales (section 2) ;
- des considérations relatives aux entreposages et technologies nucléaires avancées en tant que solutions de gestion à long terme alternatives (section 3) ;
- l'avis AFCN concernant la gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie (section 4) ;
- l'avis AFCN sur le plan (section 5) ;
- la terminologie utilisée dans le présent document (section 6) ;
- les commentaires AFCN sur le rapport d'incidences sur l'environnement et sur le résumé non-technique (annexes).

2. Rappel de l'objectif du plan et du rapport sur les incidences environnementales

La présente section rappelle brièvement l'objectif du plan et du rapport sur les incidences environnementales soumis par l'ONDRAF.

Le plan, qui a la forme d'un projet d'arrêté royal, vise à proposer la base de la politique nationale relative à la gestion à long terme des déchets radioactifs conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie. La solution de gestion proposée est un système de stockage géologique sur le territoire belge [3].

Il ne précise volontairement pas la stratégie de développement et de mise en œuvre de cette solution mais prévoit de la développer ultérieurement selon un processus décisionnel à définir. Il ne donne ni le site (formation géologique hôte, localisation, profondeur de stockage), ni les modalités d'implémentation de cette solution et ne fixe pas de calendrier ou échéances [4].

Le plan n'a ainsi traité qu'à une première partie de la politique nationale des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie. Cette première partie nécessitera donc, dans le cas où elle serait adoptée, d'être complétée par au moins deux autres parties [3] :

- la détermination du processus décisionnel qui accompagnera le développement de la solution de gestion à long terme, en ce compris les grandes étapes qui le jalonnent ;
- la détermination du ou des sites sur lequel ou lesquels sera mise en œuvre la solution de gestion à long terme.

Ce plan est accompagné d'une évaluation des incidences sur l'environnement. Cette évaluation se base sur un inventaire de référence comprenant les déchets radioactifs de catégories B et C existants et prévus, établi au 31 décembre 2018. L'impact d'un inventaire complémentaire potentiel sur les incidences environnementales fait l'objet de considérations qualitatives générales. Cet inventaire complémentaire est constitué de déchets semblables à ceux qui appartiennent actuellement aux catégories B et C et/ou de déchets d'autres types que les déchets de ces deux catégories et qui ne pourraient pas être gérés à long terme dans une installation de stockage de – ou près de la – surface [4].

Conformément à la loi [2], les résultats de la consultation publique et les avis émis par le Comité d'avis, le Conseil fédéral du développement durable, les gouvernements des Régions, l'AFCN et les autres instances sollicitées, seront pris en considération par l'ONDRAF dans la proposition de politique qui sera soumise au conseil des ministres en vue de son adoption. La soumission au conseil des ministres ne se fera qu'après avis de l'AFCN sur la nouvelle version de cette proposition conformément à la disposition prévue à l'article 179, § 6, 1^{er} alinéa de la loi du 8 août 1980 [6].

3. Considérations relatives aux entreposages et technologies nucléaires avancées en tant que solutions de gestion à long terme alternatives

Indépendamment de ce qui est rapporté dans le rapport sur les incidences environnementales [4], la présente section décrit les bénéfices et risques liés aux entreposages et technologies nucléaires avancées (en tant que solutions alternatives au stockage géologique) sur lesquels l'AFCN et Bel V ont basés les avis émis en sections 4 et 5.

3.1. Considérations relatives aux entreposages

Une installation d'entreposage est conçue avec l'intention de retrait ultérieur des déchets entreposés. C'est ce qui distingue fondamentalement l'entreposage du stockage.

Dans le cadre des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie, l'entreposage n'est donc qu'une solution de gestion temporaire. Par rapport au stockage, l'entreposage possède les avantages de faciliter l'accès aux déchets afin de les contrôler et de corriger les problèmes éventuellement identifiés et de présenter un plus grand degré de flexibilité. Néanmoins, la sûreté et la sécurité des installations d'entreposage, bien que pouvant reposer en partie sur des mesures passives, nécessitent continuellement des mesures actives (p. ex., maintenance continue de l'installation) alors que la sûreté et la sécurité d'une installation de stockage après fermeture repose uniquement sur des mesures passives.

Pour des périodes d'entreposage de quelques dizaines d'années, les risques radiologiques sont similaires aux installations d'entreposage existantes. Ces risques radiologiques augmentent cependant avec les durées d'entreposage considérées. En effet, plus la durée d'entreposage sera longue, plus les facteurs suivants seront élevés :

- le nombre cumulé de personnes exposées aux rayonnements ionisants et/ou l'ampleur de leur exposition cumulée ;
- les effets du vieillissement des déchets et de l'installation ;
- la probabilité cumulée d'occurrence d'incidents ou d'accidents pouvant engendrer des conséquences radiologiques importantes ;
- la probabilité cumulée d'occurrence d'actes malveillants (p. ex., terrorisme, vol de matières radioactives...).

Des différences peuvent toutefois exister selon que l'installation d'entreposage soit construite en surface ou sous terre. Par rapport à l'entreposage en surface, l'entreposage souterrain nécessite une maintenance plus complexe de l'installation, présente des risques supplémentaires liés aux activités souterraines, rend plus difficile la gestion des accidents et la récupération des déchets. En revanche, il est susceptible de présenter un meilleur niveau de sécurité, une meilleure capacité de confinement en cas de relâchement radiologique au sein de l'entreposage, et une moins grande vulnérabilité aux événements extérieurs tels que, par exemple, les séismes, la chute d'avions et les événements météorologiques extrêmes.

Quel que soit le type d'installation, un entreposage de longue durée constituerait une charge et un risque pour les générations futures. En outre, il nécessiterait de nombreuses activités de maintenance et à terme des opérations de reconditionnement des déchets, de remise en état des installations et/ou de construction de nouvelles installations. Ces activités mèneront à une augmentation du volume de déchets radioactifs qui nécessitera au fil du temps une capacité d'entreposage toujours plus grande. Les décisions quant à l'opportunité et à l'implémentation d'une éventuelle solution de stockage seraient aussi reportées sur les générations futures sans que ces dernières n'aient bénéficié des avantages des technologies ayant généré ces déchets et sans garantie que les coûts engendrés puissent être couverts par les ressources financières disponibles.

Enfin, plus les périodes d'entreposage seront longues, plus les incertitudes contextuelles, susceptibles de mettre en péril les conditions nécessaires à une exploitation sûre de l'entreposage, seront importantes. Ces incertitudes peuvent être d'ordre politique, institutionnel, social, économique (ex. : cessation de financement), conflictuel (ex. : guerre, terrorisme) ou autres (ex. : abandon, oubli, perte des connaissances).

3.2. Considérations sur les technologies nucléaires avancées

Des technologies nucléaires avancées telles que la séparation et la transmutation sont en cours de développement. La séparation et la transformation par transmutation des isotopes de longue demi-vie en isotopes à plus courte demi-vie pourraient, en théorie, être perçues comme une solution de gestion pour les déchets de longue durée de vie. Ces considérations théoriques doivent cependant encore être confrontées à leur mise en œuvre pratique.

Les développements actuels se focalisent sur le retraitement du combustible nucléaire usé, dans l'optique de la fermeture du cycle du combustible¹ et de la réduction de la radiotoxicité à long terme des déchets. Les techniques de séparation sont cependant complexes à mettre en

¹ La fermeture du cycle permet d'exploiter par la fission la quasi-totalité de l'uranium extrait, plutôt qu'uniquement la fraction directement fissile, liée à l'isotope 235 de l'uranium (naturellement présent à raison d'environ 0,7%).

œuvre, et ne permettent pas à l'heure actuelle de séparer, de manière industrielle, l'ensemble des actinides mineurs², ni d'atteindre une séparation parfaite. Il restera toujours une fraction, certes nettement plus faible, de ces actinides dans les déchets ultimes qui nécessitera des mesures de gestion sur le long terme. L'extraction des actinides mineurs des déchets vitrifiés existants, résultant du retraitement du combustible dans le passé, semble difficilement réalisable. La séparation et la transmutation sont aussi évoquées dans l'optique de traiter certains produits de fission qui contribuent fortement aux risques radiologiques sur le long terme, comme l'iode-129, le césium-135, le sélénium-79 ou encore le technétium-99. Le besoin, le cas échéant, de séparation isotopique en plus de la séparation chimique, ainsi que les faibles taux de réaction dans un réacteur dédié à la transmutation, font que la mise en œuvre de la séparation et de la transmutation reste très complexe pour ces produits de fission.

Les technologies nucléaires avancées ne permettent donc pas, à l'heure actuelle, d'éliminer tous les radionucléides susceptibles de présenter des risques radiologiques significatifs à long terme.

En fonction des futurs développements dans le domaine, les technologies nucléaires avancées peuvent néanmoins faire partie de la stratégie de gestion du combustible nucléaire usé, notamment dans l'optique d'en réduire le volume, la chaleur résiduelle ou la radiotoxicité à long terme. Ces réductions s'entendent à production d'énergie équivalente³ et ne seront effectives qu'après une série suffisante de cycles d'irradiation en réacteur et de retraitement du combustible, s'étalant sur une période de l'ordre de la centaine d'années au moins.

Les bénéfices éventuels de ces technologies doivent être appréciés dans le cadre d'une approche optimisée couvrant l'ensemble du cycle du combustible, au-delà des aspects liés à la sûreté de la gestion à long terme des déchets radioactifs. Cette évaluation devra prendre en compte la dimension sociétale et mettre en perspective pour les différentes options :

- les risques de prolifération et de diversion liés aux matières fissiles ;
- les besoins en ressources naturelles et l'impact sur l'environnement ;
- la sûreté opérationnelle mettant en balance les gains en termes de sûreté en amont du cycle (réduction des besoins en matières primaires et des activités d'extraction) et en aval du cycle (en lien avec la réduction de la radiotoxicité des déchets ultimes) avec les contraintes liées aux installations supplémentaires nécessaires à la fermeture du cycle du combustible, notamment les installations de retraitement et de fabrication du combustible ainsi que les réacteurs dédiés à la transmutation ;
- la sûreté à long terme, sachant que la radiotoxicité des actinides ne constitue qu'une caractéristique parmi d'autres contribuant au risque radiologique encouru à long terme par la population et l'environnement ;
- les préoccupations sociétales, éthiques et philosophiques, notamment pour ce qui a trait à la charge de la gestion des déchets radioactifs et de la liberté laissée aux générations futures de faire ses propres choix en matière énergétique et de gestion des déchets ;

² La composition du combustible nucléaire, initialement constitué d'oxyde d'uranium ou d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium, évolue lors de l'irradiation en réacteur. On y retrouve les produits de fission, dont certains ont une longue demi-vie, et les éléments de la famille chimique des actinides, produits par activations successives de l'uranium initial. On fait encore la distinction entre les actinides majeurs, présents en plus grande quantité dans le combustible usé (isotopes de l'uranium et du plutonium), et les actinides mineurs, tels que neptunium, américium, curium. Les actinides mineurs sont particulièrement radiotoxiques, et ce sur de longues périodes de temps, mais pourraient cependant se substituer à l'uranium comme combustible des réacteurs nucléaires pour les transmuter.

³ Il va de soi que l'étendue du programme nucléaire a un impact majeur sur l'inventaire ; la comparaison est dès lors habituellement conduite à production d'énergie (électrique) d'origine nucléaire équivalente.

- la robustesse face aux incertitudes contextuelles, par exemple d'ordre politique, institutionnel, social, économique ou technique compte tenu des périodes de temps sur lesquelles doivent s'étendre les cycles avancés du combustible. En cas d'interruption du processus, la haute radiotoxicité du combustible à toutes les étapes du cycle peut présenter des risques importants quant à la gestion des matières fissiles et déchets radioactifs.

Enfin, notons que l'utilisation de réacteurs permettant la transmutation devra se faire dans le cadre autorisé par la loi de sortie progressive de l'énergie nucléaire à des fins de production industrielle d'électricité [7].

4. Avis de l'AFCN quant à la gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie

Tenant compte de l'état de l'art et des éléments décrits dans la section précédente, l'AFCN est d'avis que le stockage géologique, que ce soit en galeries ou forages profonds, constitue l'option de gestion à long terme la plus sûre pour les déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie.

En effet :

- **un stockage repose à terme sur des mesures exclusivement passives;**
- **ce type de déchets nécessite un niveau de confinement et d'isolation qui ne peuvent être offerts que par une formation géologique à une profondeur adéquate;**
- **cette option permet de limiter les charges aux générations futures et de s'affranchir au mieux des incertitudes contextuelles.**

Il est à noter que l'option de stockage géologique permettrait également de stocker d'autres types de déchets radioactifs qui, par exemple, n'auraient pu être mis dans une installation de stockage de – ou près de la – surface, pour des raisons de sûreté.

L'AFCN remarque néanmoins que lors des étapes ultérieures du processus décisionnel, la sûreté d'un stockage géologique sur le territoire Belge ou d'un stockage multinational devra encore être démontrée. Cette démonstration devra être faite sur base de dossiers de sûreté dans le cadre d'un processus décisionnel à définir.

La mise en œuvre du processus décisionnel à définir nécessitera d'adopter une approche holistique et optimisée tenant compte :

- de l'interdépendance entre les différentes étapes de la gestion des déchets ;
- des caractéristiques des différents déchets compris dans l'inventaire ;
- des caractéristiques des sites et des formations hôtes potentielles ;
- des avantages et inconvénients en termes de sûreté, de sécurité et d'impact sur l'environnement ;
- de l'assise sociétale.

Cela concerne notamment le choix :

- de retraiter ou pas une partie ou la totalité du combustible usé dans le futur ;
- du calendrier et du phasage du programme de stockage déterminant la durée d'exploitation des installations d'entreposage ;
- du ou des sites de stockage ;

- du ou des options de stockage considérées (stockage en galeries et/ou en forages profonds).

Les installations d'entreposage ne constituent de facto pas une solution définitive étant donné que « l'intention de retrait des déchets » est inhérente à leur conception. Elles constituent cependant une étape de gestion des déchets dans l'attente de la mise en œuvre d'un stockage. Vu les considérations invoquées en section 3.1, il est important de ne pas étendre la durée de l'entreposage des déchets au-delà de la période nécessaire à leur stockage.

Les technologies nucléaires avancées telles que la séparation et la transmutation sont en cours de développement dans le cadre du retraitement et de la fermeture du cycle du combustible usé et ne couvrent donc pas l'ensemble des types de déchets de haute activité ou de longue durée de vie, pour lesquels une solution de gestion à long terme est recherchée. Elles ne permettront pas non plus de réduire leur toxicité à un niveau suffisamment bas, en ce compris sur le long terme, que pour autoriser leur stockage en surface. Ces technologies n'offrent donc pas une alternative en tant que telle au stockage géologique mais pourraient être considérées par exemple dans le cadre de la réduction de l'inventaire radiologique à stocker sur le long terme.

Les autres options de gestion (ex. stockage en mer, dans une calotte glaciaire ou dans l'espace) peuvent être d'emblée exclues sur base d'arguments purement légaux ou de risques non maîtrisables liés à la sûreté.

Il est important qu'une politique nationale pour la gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie résultant des pratiques nucléaires en Belgique, soit établie au plus tôt. Le fait de ne rien décider à court terme pour ce type de déchets reviendrait à reporter davantage la responsabilité de leur gestion sur les générations futures et à augmenter les risques associés à l'exploitation des entreposages.

L'établissement de la politique nationale doit se faire tenant compte des aspects de sûreté, de sécurité incluant les aspects sociétaux. L'établissement de la politique nationale doit permettre suffisamment de flexibilité. D'où l'importance de progresser selon un processus décisionnel participatif à définir impliquant les différentes parties prenantes et organisé par étapes successives et sanctionnées formellement. Lorsque les décisions ont des implications sur la sûreté, comme par exemple le choix de la formation hôte ou le choix du site, celles-ci devront être prises en considérant l'avis de l'AFCN sur le dossier de sûreté associé.

Enfin, les positions de l'AFCN relatives au stockage géologique et à la gestion à long terme des déchets B&C prises dans le cadre de l'établissement des politiques nationales et du programme national exprimée dans [8] restent d'application.

5. Avis AFCN sur le plan

Compte tenu de l'avis donné en section 4, l'AFCN est favorable au projet de politique nationale proposé par l'ONDRAF moyennant la considération des commentaires suivants sur le plan. Les commentaires relatifs au rapport d'incidences sur l'environnement [4] qui l'accompagne et au résumé non technique [5] donnés respectivement en annexe 1 et 2 nécessiteront d'être pris en compte lors des évaluations d'incidences associées aux étapes ultérieures du processus décisionnel.

Art. 1§4 – Définition de « stockage géologique »

Pour des raisons de conformité à la définition de « stockage » donnée à l'article 179, § 5, de la loi du 8 août 1980 [6], « le stockage géologique » doit être remplacé par « stockage géologique » (c.-à-d. l'action de stocker).

Concernant la définition même :

- étant donné que, durant la période opérationnelle, l'installation de stockage géologique inclut des bâtiments de surface, le terme « profondeur » ne peut pas se rapporter à l'« installation » ;
- il n'est pas utile de spécifier « dans le but de protéger la population et l'environnement des risques radiologiques que présentent ces déchets » parce que ceci est déjà couvert par l'art. 179 - §6 - 3° de la loi du 8 août 1980 [6]. De plus, il existe d'autres risques potentiellement significatifs (chimiques...).

L'AFCN propose dès lors la définition suivante :

« stockage géologique : stockage, tel que défini à l'article 179, § 5, de la loi du 8 août 1980 [6], en profondeur dans une formation géologique »

Art. 1§5 – Définition de « système de stockage géologique »

La loi du 8 août 1980 [6] ne définit pas l'installation de stockage comme étant l'ensemble constitué par les emballages de déchets et les barrières ouvragées. De plus, seules les parties de l'environnement géologique qui remplissent une ou plusieurs fonctions de sûreté font partie du système de stockage.

L'AFCN propose dès lors la définition suivante :

« système de stockage géologique : ensemble constitué par les déchets, leurs emballages, les barrières ouvragées et les formations géologiques assurant une ou plusieurs fonctions de sûreté »

Art. 2 Déchets radioactifs visés par le présent arrêté

La traduction en français de « vast geconditioneerd radioactief afval » par « déchets radioactifs solides conditionnés » devrait être remplacée par « déchets radioactifs conditionnés sous forme solide ».

« ... tous autres déchets radioactifs dont les caractéristiques sont compatibles avec la mise en stockage géologique » ne peuvent pas être associés aux déchets radioactifs de haute activité conditionnés sous forme solide, ou aux déchets radioactifs de faible et moyenne activité et de longue durée de vie conditionnés sous forme solide. Il peut s'agir en effet d'autres types de déchets, comme par exemple des déchets de faible et moyenne activité de courte durée de vie, qui s'avèreraient non compatibles avec les critères de conformité du futur stockage en surface. De plus, il est nécessaire de spécifier que, a priori, seuls les déchets qui n'auraient pu être mis dans une installation de stockage de – ou près de la – surface, pour des raisons de sûreté, sont concernés.

L'AFCN s'interroge quant à la limitation du plan aux déchets radioactifs « conditionnés sous forme solide ». Cette formulation laisse à penser que les déchets liquides ou non-conditionnés, existant actuellement, ne sont pas couverts.

Art. 3 §1 Mise en œuvre de la politique nationale de manière participative

Il y aura lieu de définir ce que l'on entend par « de manière participative » lors de la définition du processus décisionnel.

Art. 3 §3 Demande d'autorisation de création et d'exploitation

Ce paragraphe est déjà couvert par la réglementation existante [9] et peut donc être supprimé.

Art. 4. Définition de la solution de gestion à long terme

L'option de stockage multinational ne devrait pas être exclue.

La possibilité que la solution de gestion à long terme puisse être mise en œuvre sur un ou plusieurs sites devrait être explicitée.

Art. 5 Proposition de processus décisionnel

Art. 5 §2.a

Les instances qui devront sanctionner formellement les étapes devraient être identifiées.

L'AFCN considère que lorsque les décisions ont des implications sur la sûreté, comme par exemple le choix de la formation hôte ou le choix du site, ces décisions devront être supportées par un dossier de sûreté qui devra être soumis à l'avis de l'AFCN.

Art. 5 §2.c

Les avancées scientifiques et techniques en matière de stockage doivent être prises en compte. Il n'y a donc pas lieu de mentionner spécifiquement le domaine des forages profonds.

Il y a lieu également de prendre en compte le « retour d'expérience » tant au niveau national qu'international.

Art.5 §2.e

Ce que l'on entend par « dans sa totalité » devrait être explicité.

6. Terminologie utilisée dans le cadre de cet avis

Entreposage : le maintien de combustible usé ou de déchets radioactifs dans une installation, avec intention de retrait ultérieur. [6]

Combustible usé : le combustible nucléaire irradié dans le cœur d'un réacteur et qui en a été définitivement retiré; le combustible usé peut soit être considéré comme une ressource valorisable qui peut être réutilisée ou retraitée, soit être destiné au stockage s'il est considéré comme un déchet radioactif. [6]

Stockage : le dépôt de combustible usé ou de déchets radioactifs dans une installation, sans intention de retrait ultérieur mais sans préjudice de la possibilité de procéder, le cas échéant, à la récupération d'un déchet. [6]

Installation de stockage : toute installation ayant pour objectif principal le stockage de déchets radioactifs. [6]

Incertitudes contextuelles : incertitudes liées au contexte dans lequel la solution de gestion des déchets sera implémentée. Ces incertitudes incluent notamment celles liées au contexte politique, institutionnel, social, économique et technologique.

Risque radiologique : Produit de la probabilité qu'un dommage ou une atteinte à la santé des travailleurs et de la population lié aux rayonnements ionisants se présente et de la gravité de ce dommage ou de cette atteinte.

Flexibilité : implique le processus décisionnel et désigne la possibilité de revenir sur des décisions prises lors de la mise en œuvre progressive d'une politique de gestion à long terme de déchets radioactifs.

Récupérabilité : possibilité technique de récupérer, de façon sûre, les déchets dans une installation.

Sûreté nucléaire/sûreté : la réalisation de conditions d'exploitation adéquates, la prévention des accidents et l'atténuation des conséquences des accidents, contribuant à protéger la population, les travailleurs et l'environnement contre les dangers résultant des rayonnements ionisants émis par les installations nucléaires. [11]

Sécurité ou mesures de protection physique: toute mesure administrative, organisationnelle et technique qui a pour objectif de protéger les matières nucléaires en cours de production, d'utilisation, d'entreposage ou de transport contre les risques de détention illicite et de vol comme de protéger les matières nucléaires en cours de production, d'utilisation, d'entreposage ainsi que les installations nucléaires et les transports nucléaires nationaux et internationaux contre les risques de sabotage. Lesdites mesures ont également pour objectif de protéger des actes précités. [1]

Annexe 1 : Commentaires sur le rapport d'incidences sur l'environnement

Prescriptions réglementaires

Le texte privilégie parfois des références aux textes internationaux plutôt qu'aux prescriptions nationales. A titre d'exemple, la figure 4 de [4] relative au processus d'autorisation, référant à un texte IAEA, n'est pas conforme à l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants [9] selon lequel l'autorisation de création et d'exploitation est commune.

D'autre part, les prescriptions réglementaires de sécurité [10] et de sûreté [11] applicables aux installations de classe I ne sont par exemple pas mentionnées dans le cadre légal et réglementaire de [4] (§1.1). Ces prescriptions constituent pourtant des éléments importants à prendre en compte pour le développement et l'évaluation des options possibles de gestion à long terme des déchets radioactifs.

La réglementation n'est pas toujours interprétée de manière adéquate comme par exemple :

- Dans le cas du stockage par fusion de la formation géologique hôte, des informations incorrectes et une mauvaise interprétation de la réglementation sont fournies. En effet, l'article 34.1 de l'arrêté royal du 20 juillet 2001 [9] interdit les rejets de déchets liquides dans le sol, ce qui est différent du stockage de déchets radioactifs (via la fusion dans ce cas). Il n'est donc pas correct d'indiquer que cette option contrevient au cadre légal et réglementaire belge tel que d'ailleurs mentionné plus loin dans le texte.
- Il est indiqué que le stockage par injection directe est interdit par l'article 34.1 de l'arrêté royal du 20 juillet 2001 [9] ce qui n'est pas tout à fait correct vu que cet article s'applique aux rejets pour lesquels une stratégie de dispersion et de dilution dans l'environnement est appliquée contrairement au stockage où une stratégie de concentration et de confinement est poursuivie.

Hypothèses prises pour l'évaluation des incidences environnementales

Vu le caractère générique de la proposition de plan, l'évaluation est basée sur un certain nombre d'hypothèses destinées à préciser les idées quant à ce que pourrait impliquer les différentes options de gestion à long terme des déchets radioactifs conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie. Toutefois, la justification ou le caractère conservatif en termes d'incidences environnementales de certaines hypothèses ne sont pas toujours argumentés.

Il s'agit en particulier des choix suivants :

1. Retraitement d'une partie du combustible usé

L'inventaire de combustible usé considéré (p.21-22 de [4]) est basé sur une hypothèse non conservatrice de Synatom selon laquelle environ 1000 tHM de combustible usé provenant des réacteurs nucléaires commerciaux seront encore retraités (dont l'ensemble du MOX présent en Belgique) en plus des 672 tHM UOX qui ont été retraités dans le passé. Cette hypothèse n'est pas compatible avec le moratoire actuel sur le retraitement. [12]

En outre, selon l'article 179 de la loi de 1980 [6], les Politiques nationales contiennent les hypothèses acceptées d'utilisation ultérieure des différents types de combustible usé sur proposition des détenteurs du combustible usé et après consultation de l'Organisme

et de l'autorité de réglementation compétente. Or, jusqu'à présent, l'autorité de réglementation compétente (c.-à-d. l'AFCN) n'a pas été consultée au sujet de cette hypothèse.

2. *Durée de vie escomptée des bâtiments d'entreposage existants*

L'ONDRAF considère que :

- les bâtiments d'entreposage sont conçus en fonction des caractéristiques radiologiques des déchets qu'ils doivent abriter et leur durée de vie maximale est d'une centaine d'années (p.9 de [4]) ;
- les six bâtiments d'entreposage situés à Dessel, sur un site exploité par sa filiale industrielle Belgoprocess, ont une durée de vie de 75 ans qui pourrait être prolongée jusqu'à une centaine d'année pour certains, moyennant accord de l'AFCN (p.59 de [4]) ;
- l'année de fin d'exploitation escomptée du bâtiment 136X est 2130 (Table 7 de [4]), ce qui correspondrait à une durée de vie de 130 ans pour ce bâtiment.

Ces hypothèses concernant la durée de vie des bâtiments d'entreposage existants ne sont pas justifiées et ne semblent a priori pas conservatrices. En effet, la durée de vie escomptée donnée dans la table 7 de [4] dépasse la durée de vie prise en compte lors de la conception de certains bâtiments. A titre d'exemple, la durée de vie prise en compte lors de la conception du bâtiment 127 est de 50 ans [13] alors que la durée de vie escomptée par l'ONDRAF est de 64 ans. De même la durée de vie prise en compte lors de la conception du bâtiment 136 est de 75 ans [14] alors que la durée de vie escomptée par l'ONDRAF est de 130 ans.

Le caractère acceptable du point de vue de la sûreté de la prolongation éventuelle de la durée de vie de ces installations devra être démontré, conformément aux dispositions réglementaires s'appliquant à ces installations, par leur exploitant tenant compte des effets possibles du vieillissement de leurs composants et des colis de déchets. Il est donc nécessaire lors des évaluations futures, de la définition du phasage et du calendrier des activités et de la mise en œuvre du plan, de tenir compte de la possibilité que la durée de vie de ces bâtiments d'entreposage ne puisse être prolongée.

3. Phasage et durée des activités.

La durée et le phasage des activités considérés pour la construction, l'exploitation et la fermeture d'un système de stockage géologique en galeries en Belgique est présenté à la figure 15 de [4].

Selon l'information fournie, une fois l'autorisation nucléaire de création et d'exploitation accordée, 40 et 80 années seront respectivement nécessaires à la mise en stockage des déchets B et C. Puisqu'il n'est pas possible de préjuger du temps qui nous sépare d'une éventuelle autorisation, et vu ce calendrier et les durées de vie des bâtiments d'entreposage existants, il apparaît évident que même si le plan avec le phasage tel qu'envisagé par l'ONDRAF est mis en œuvre sans délai, plusieurs inconvénients associés à l'entreposage de longue durée devront être gérés.

Le phasage et la durée des activités n'ont pas été justifiés auprès de l'AFCN. Ils devront être établis et optimisés dans le cadre du processus décisionnel à définir. Les incertitudes relatives à ce phasage et à ces durées devront être prises en compte dans toute future évaluation.

Il est également nécessaire de prendre en compte dans le phasage, la phase de contrôle réglementaire qui suivra la fermeture de l'installation et durant laquelle le déclassement des installations nucléaires en surface devra être effectué.

Enfin la table 10 de [4] identifiant les activités de mise en œuvre d'un stockage géologique en galeries n'inclut pas les incidences environnementales associées à la caractérisation du site (forages de reconnaissance, éventuel laboratoire souterrain) qui précéderont la construction du stockage. Il sera nécessaire de tenir compte de ces aspects lors des évaluations associées aux étapes ultérieures du processus décisionnel.

4. *Choix d'un seul site de stockage*

L'ONDRAF argumente que les incidences du stockage dans des installations séparées seraient supérieures à celles du stockage dans une installation unique, en raison du dédoublement des installations de surface et des accès aux zones de stockage de l'installation souterraine (p.67 de [4]). Or, en absence de site et de formation hôte, il n'est pas possible d'affirmer que les incidences du stockage dans des installations séparées seraient supérieures à celles du stockage dans une installation unique. De plus, le choix d'un ou plusieurs sites pour gérer à long terme l'ensemble des déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie doit résulter d'un processus d'optimisation de la protection tenant compte de l'ensemble des facteurs pertinents (i.e. approche holistique) [8].

Caractéristiques du site et de la formation hôte

L'influence du site et de la formation hôte n'est pas toujours prise en compte dans l'évaluation.

En effet, les résultats observés dans le cadre du programme R&D dans le laboratoire souterrain HADES doivent être interprétés avec prudence lorsque généralisés aux formations argileuses :

- P35 de [4] : il est indiqué que les formations argileuses possèdent une grande capacité d'auto-scellement (self-sealing). Cette capacité peut varier fortement suivant la formation considérée.
- P25 de [4] : la faisabilité d'excaver un stockage en limitant la zone endommagée a été montrée dans l'argile de Boom mais nécessitera d'être vérifiée si une autre formation (ou site) était choisie.
- P26 de [4] : la transférabilité de l'influence de la température sur les propriétés de l'argile de Boom à d'autres formations (ou sites) nécessite d'être vérifiée. L'affirmation « *l'expérience de chauffe PRACLAY, qui indique jusqu'à présent que les propriétés de l'argile, favorables au confinement des déchets conditionnés de haute activité, ne sont pas affectées de manière significative par la chaleur.* » mériterait d'être appuyée par une référence et nuancée. La littérature montre notamment que le transport des radionucléides dans certaines argiles peut être influencé par la température [15].

Formations hôtes potentiellement adéquates pour un stockage géologique

Les formations potentiellement adéquates, du point de vue de la sûreté, pour un stockage géologique devront être identifiées à partir d'une comparaison systématique des formations potentiellement favorables [8]. Les informations données dans [4] sont partielles et nécessiteront d'être complétées lors des étapes ultérieures. Certaines informations données sont parfois inexactes comme par exemple celles à propos des roches cristallines (§3.4.2.2 - p.36).

En effet :

- Les intercalations volcaniques ne sont pas toutes moins épaisses que 10m [16]. En plus, ces intercalations ne sont pas des roches cristallines sensu stricto, qui est un terme qui s'applique plutôt aux roches plutoniques et métamorphiques mais pas aux roches volcaniques.
- Les intrusions de roches cristallines situées dans le sud du Massif du Brabant ne sont pas toutes affleurantes. Les intrusions découvertes jusqu'à présent en profondeur n'ont pas été exploitées et pourraient avoir des tailles supérieures à celles trouvées en surface [16].
- Le socle cristallin se trouve également à des profondeurs diverses ailleurs que dans le massif du Brabant [17].

Profondeurs adéquates d'une installation de stockage géologique en galeries

Selon l'information donnée à la p.16, c'est la dangerosité des déchets, déterminée par leur activité et leur durée de vie, qui guide leur profondeur minimale de stockage. Toutefois, cette affirmation doit être nuancée car la profondeur minimale de stockage dépend également d'autres considérations liées aux caractéristiques du site telle que l'ampleur possible des phénomènes d'érosion ou la présence de ressources naturelles.

En outre, les profondeurs préconisées par l'AIEA [18] constituent des valeurs minimales. Il n'est donc pas correct d'affirmer que les déchets conditionnés de faible et moyenne activité et de longue durée de vie doivent être stockés dans des formations géologiques stables à des profondeurs de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines de mètres (p.16). Ces déchets peuvent donc être gérés dans le cadre d'une solution de stockage commune avec les déchets conditionnés de haute activité à quelques centaines de mètres de profondeur ou à une plus grande profondeur.

Les explications données à la p.24 indiquant, qu'en pratique, les profondeurs considérées pour le stockage géologique en galeries de déchets conditionnés de haute activité, le cas échéant avec des déchets conditionnés de faible et moyenne activité et de longue durée de vie, sont le plus souvent de l'ordre de 400 à 500 mètres devraient également être nuancées. En effet, trois pays ont déjà opté pour le stockage de déchets de catégories A et/ou B à des profondeurs supérieures à 600 m (Allemagne, Canada et Etats-Unis) (Table 3 de [4]) et deux des concepts types génériques utilisés pour l'évaluation ont une profondeur de 650 m (Table 8 de [4]). De plus, les études menées dans plusieurs autres pays (e.g. Suisse [19] et Pays-Bas [20]) considèrent également des profondeurs supérieures à 500 m. La Table 3 de [4] identifie un cas (stockage de déchets A et B en Allemagne) où la profondeur est de 800 à 1300 m.

De plus, il n'est pas correct d'affirmer que l'augmentation de la profondeur, et avec elle l'augmentation des difficultés techniques, des risques opérationnels et des coûts, n'est pas compensée par une augmentation significative de la protection de l'homme et de l'environnement à long terme (p.24 de [4]). En effet, les avantages et inconvénients en termes de sûreté d'une augmentation de la profondeur dépend fortement des caractéristiques du site et de la formation hôte.

Solution de stockage géologique en forages profonds

L'évaluation des avantages et inconvénients associés au stockage géologique en forage profond (§3.2 et §3.3 de [4]) est lacunaire car des aspects essentiels en termes de sûreté n'y sont parfois pas abordés. Par exemple, le haut niveau d'isolation fourni par le stockage géologique en forages profonds n'est pas repris dans la Table 2 comparant cette option avec le stockage

géologique en galeries. Il sera donc nécessaire lors des évaluations futures d'évaluer cette option de manière plus systématique.

A la p3 de [4] il est indiqué que le stockage géologique en forages profonds pourrait constituer une option de gestion complémentaire au stockage géologique en galeries pour des quantités limitées de déchets dont on voudrait rendre la récupération particulièrement difficile. A ce stade, il n'y a pas lieu de restreindre les forages profonds à une quantité limitée de déchets.

Le stockage par fusion de la formation géologique hôte est rejeté comme alternative mais constitue une variante des stockages en forages profonds. De plus, le fait qu'il implique des risques incontrôlables n'est pas argumenté.

Lien avec les autres plans et programmes

Il n'est pas fait référence aux plans et programmes éventuellement nécessaires en matière :

- de déchets NORM ;
- du devenir des combustibles usés ;
- de technologies nucléaires avancées;
- de plans et programmes futurs qui pourraient interférer avec le stockage géologique à savoir par exemple les projets de géothermie ou de séquestration géologique du dioxyde de carbone,

Evaluation des incidences environnementales

L'éventualité que les roches excavées (p. ex., schistes noirs des bassins houillers présentant une activité radiologique naturelle) présentent un risque radiologique n'est pas considérée.

Stockage géologique multinational

Les discussions relatives au stockage géologique multinational n'abordent pas la question des déchets luxembourgeois.

Monitoring après fermeture

Lorsque l'on considère le monitoring après fermeture, il est important de dissocier les périodes avant et après la levée du contrôle réglementaire. [8]

Flexibilité

La nécessité de disposer d'un certain niveau de flexibilité n'est pas uniquement due aux changements possibles de l'inventaire tel que suggéré à la §11.1.2 (p.96). En effet, la flexibilité implique le processus décisionnel et désigne la possibilité de revenir sur des décisions prises lors de la mise en œuvre progressive d'un système de stockage. Les raisons de revenir sur les décisions prises antérieurement peuvent être de diverses natures : politiques, sociétales, économiques, techniques, environnementales ou de sûreté.

Annexe 2 : Commentaires sur le résumé non technique

Les commentaires mentionnés en annexe 1 qui s'appliquent également au résumé non-technique ne sont pas répétés dans cette section.

Comment fonctionne le stockage géologique (§3.2 p8-9 de [5])

Les fonctions de sûreté « Isolation », « Confinement », « Retard » sont traités différemment que dans [4]. Les fonctions de sûreté peuvent à la fois être attribuées aux barrières ouvragées et à la roche hôte. Spécifier que « *les substances radioactives se dispersent si lentement dans les barrières naturelles que leur activité s'éteint presque complètement au sein du système de stockage, du fait de la décroissance radioactive* » n'est pas exact pour tous les radionucléides en particulier les radionucléides mobiles de longue durée de vie.

Références

- [1] Loi du 15 avril 1994 relative à la protection de la population et de l'environnement contre les dangers résultant des rayonnements ionisants et relative à l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire
- [2] Loi du 13 février 2006 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement et à la participation du public dans l'élaboration des plans et es programmes relatifs à l'environnement
- [3] Projet de Plan - Avant-projet d'arrêté royal établissant le processus d'adoption de la politique nationale relative à la gestion à long terme des déchets radioactifs conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie et définissant la solution de gestion à long terme de ces déchets - Transmis aux ministres de tutelle de l'ONDRAF par lettre du 25 juin 2018
- [4] ONDRAF, Rapport sur les incidences environnementales (Strategic Environmental Assessment – SEA) pour l'avant-projet d'arrêté royal établissant le processus d'adoption de la politique nationale relative à la gestion à long terme des déchets radioactifs conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie et définissant la solution de gestion à long terme de ces déchets - NIROND-TR 2020-07 F
- [5] ONDRAF – Rapport stratégique sur les incidences environnementale (SEA) relatif à une destination finale pour les déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie en Belgique. Résumé non technique - NIROND-TR 2020-08
- [6] Loi du 8 août 1980 relative aux propositions budgétaires 1979-1980
- [7] Loi du 31 janvier 2003 relative à la sortie progressive de l'énergie nucléaire à des fins de production industrielle d'électricité
- [8] AFCN - Aspects règlementaires et positions AFCN relatifs au stockage géologique et à la gestion à long terme des déchets B&C dans le cadre de l'établissement des politiques nationales et du programme national. Lettre transmise au SPF Economie le 16 mars 2015 – Réf. 2015-03-06-FB-5-1-3-FR
- [9] Arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants
- [10] Arrêté royal du 17 octobre 2011 relatif à la protection physique des matières nucléaires et des installations nucléaires
- [11] Arrêté royal du 30 novembre 2011 portant prescriptions de sûreté des installations nucléaires
- [12] Chambre des Représentants, Résolution 541/9-91/92 relative à l'utilisation de combustibles contenant du plutonium et de l'uranium dans les centrales nucléaires belges, ainsi qu'à l'opportunité du retraitement des barres de combustible, 1993. <http://www.dekamer.be/digidoc/DPS/K2335/K23350812/K23350812.pdf>.
- [13] Belgoproces verslag "Gebouw 127X bestemd voor de opslag van geconditioneerd middelactief vast afval, Gebouw 127X op de site 1 van BELGOPROCESS: Algemene beschrijving en veiligheidsaspecten" met als ref. VEM/2013-03862, Revisie 3, 2019.
- [14] Belgoproces verslag "Opslaggebouw voor geconditioneerd afval afkomstig van de opwerking van bestraalde brandstof (gebouw 136 op de site 1 van Belgoproces)", met als ref. VEM/2009-00811, revisie 1, 2017.
- [15] Van Loon, L. R., Müller, W., & Iijima, K. (2005). Activation energies of the self-diffusion of HTO, $^{22}\text{Na}^+$ and $^{36}\text{Cl}^-$ in a highly compacted argillaceous rock (Opalinus Clay). *Applied Geochemistry*, 20(5), 961-972.

- [16]Herbosch, A. & Debacker, T.N. (2018). A new geological map of the outcrop areas of the Brabant Massif (Belgium). *Geologica Belgica*, Volume 21 (2018), number 1-2, 41-58. URL: <https://popups.uliege.be:443/1374-8505/index.php?id=5910.>]
- [17]Verniers, J. et al (2002). The Cambrian to mid Devonian basin development and deformation history of eastern Avalonia, east of the Midlands Microcraton: new data and a review. In: Winchester, J.A., Pharaoh T.C. & Verniers, J. (Eds.), *Palaeozoic Amalgamation of Central Europe*. Geological Society, London, Special Publication, 201, 47-93.
- [18]IAEA, International Atomic Energy Agency, *Classification of Radioactive Waste, General Safety Guide No. GSG-1*, Vienna, November 2009
- [19]Confédération Suisse (2011). Plan sectoriel « Dépôts en couches géologiques profondes » - Conception générale. Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC - Office fédéral de l'énergie OFEN Division Droit et sécurité, 2 avril 2008 (révision du 30 novembre 2011).
- [20]Yuan, J., Vardon, P. J., Hicks, M. A., Hart, J., & Fokker, P. A. (2017). Technical feasibility of a Dutch radioactive waste repository in Boom Clay: Tunnel.