

## ‘Quand prendre la décision finale ?’

**... à propos de la réversibilité des décisions, de la récupérabilité des colis de déchets radioactifs, des générations futures et des technologies complémentaires**

### Introduction

#### Fermeture de l’infrastructure de stockage

Faut-il laisser aux générations futures des options concernant la gestion à long terme du combustible nucléaire usé et des déchets radioactifs de haute activité et de longue durée de vie ? Leur laisser la possibilité de récupérer les colis de déchets une fois qu’ils ont été enfouis dans une installation de stockage géologique ? Ou devons-nous prendre la responsabilité de régler dès maintenant et pour toujours la question des déchets radioactifs afin de protéger les générations futures des dangers associés aux déchets radioactifs et d’éviter tout retard supplémentaire en mettant en place dès que possible une installation de stockage géologique ?

Une décision critique dans le processus actuel de gouvernance d’une installation de stockage géologique consiste à déterminer le moment de la fermeture définitive de cette installation. Cette fermeture la rendrait entièrement passive, sans qu’aucune intervention humaine ne soit requise. En même temps, cela rendrait la récupération des colis de déchets difficile et coûteuse, voire virtuellement impossible.

Parmi les autres thèmes du débat de société *Présents pour le futur/ Nu voor Morgen* abordés avec des experts et des parties prenantes, il y a aussi :

- La gouvernance
- Comment sélectionner un site et à quelles conditions ?
- Qui paye quoi ?
- Un stockage international partagé et les impacts transfrontaliers

Cette décision ne peut pas être prise à la légère. D’après nos interviews, trois conditions préalables principales semblent se dégager avant qu’une installation de stockage puisse être définitivement fermée, à savoir :

- (i) la sûreté de l’installation est assurée sans qu’une intervention humaine permanente soit nécessaire à l’avenir (sauf éventuellement pendant la période de monitoring – voir le chapitre sur le monitoring dans la présente note de synthèse)
- (ii) il est établi de manière concluante que le combustible nucléaire usé ou les déchets radioactifs ne peuvent plus servir de ressource viable, ce qui exclut toute perspective de recyclage futur

- (iii) la société et les communautés locales concernées se mettent d'accord sur la fermeture de l'installation de stockage.

### **Génération futures**

La décision de sceller une installation de stockage géologique de déchets radioactifs incombera de toute façon aux générations futures, même d'ici un siècle dans les pays les plus avancés (voir le thème 'gouvernance'). Il est clair, d'une part, que le combustible nucléaire usé et les déchets hautement radioactifs doivent encore refroidir pendant plusieurs décennies avant de pouvoir être enfouis en toute sûreté dans une installation de stockage en couche géologique profonde. D'autre part, la mise en œuvre d'un projet de stockage géologique de déchets radioactifs est un processus incrémental, qui prendra sans doute plusieurs décennies et qui nécessite un processus décisionnel par étapes.

Dans le contexte du processus décisionnel relatif à un stockage en profondeur des déchets radioactifs, il est crucial de faire une distinction entre la période immédiate, intrinsèquement critique, qui va d'aujourd'hui aux 300 à 500 prochaines années, et l'ère ultérieure, qui peut aller jusqu'à un million d'années, et ce au travers des différentes dimensions. C'est au cours de cette période 'proche' que les déchets hautement radioactifs et le combustible usé émettent le plus de chaleur et de rayonnement. De plus, les générations futures qui vivront à cette époque seront (probablement) tenues d'avoir des connaissances sur les déchets et l'installation de stockage. Elles seront peut-être même encore chargées de prendre des décisions à ce sujet. À l'inverse, les générations futures lointaines n'auront plus de connaissance des déchets (voir le concept de générations futures 'proches' et 'lointaines' expliqué dans ce document) et ne seront donc plus obligées de prendre des décisions. Cependant, il est essentiel de reconnaître que, socialement et politiquement, même une échelle de temps de 300 à 500 ans s'apparente pour ainsi dire à une 'éternité'.

## **Réversibilité des décisions**

### **Un processus décisionnel par étapes**

La mise en œuvre d'un projet de stockage géologique étant un processus décisionnel par étapes, il devient essentiel d'envisager la possibilité de réévaluer ou de modifier des décisions antérieures en fonction de l'évolution des circonstances, en termes à la fois d'émergence possible de nouvelles connaissances technologiques et scientifiques et d'une perspective différente dans la société sur la meilleure façon d'aborder cette question. La nature incrémentale du processus peut dès lors nécessiter un certain degré de réversibilité.

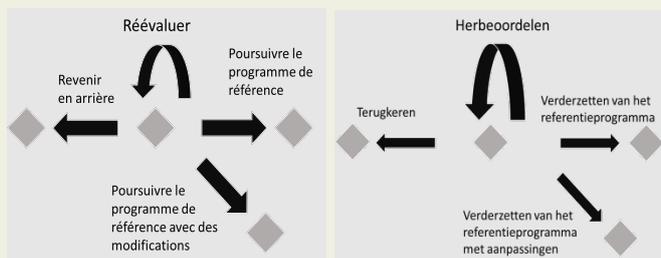
Dans un certain nombre de pays, dont la France est un exemple éminent, le concept de réversibilité a été ancré dans la législation<sup>1,2</sup>. Ce cadre légal laisse aux générations suivantes l'option soit de poursuivre la construction et l'exploitation de sections successives d'une installation de stockage géologique, soit de réévaluer les choix précédemment définis, en modifiant ainsi potentiellement les solutions de gestion des déchets. La loi de 2016 impose la réversibilité de l'installation de stockage pour une durée minimale de cent ans.

---

<sup>1</sup>Voir aussi: ANDRA, Position Paper on Reversibility, January 2016, [https://international.andra.fr/sites/international/files/2019-03/réversibilité\\_paper.pdf](https://international.andra.fr/sites/international/files/2019-03/réversibilité_paper.pdf) et NEA, OECD, Reversibility of Decisions and Retrievability of Radioactive Waste: An overview of Regulatory Positions and Issues. 2015. <https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2020-01/rwm-r2015-1.pdf>

<sup>2</sup>Proposition de Loi, précisant les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue. <https://www.legifrance.gouv.fr/dossierlegislatif/JORFDOLE000032541847/>

L'arrêté royal belge<sup>3</sup> de 2022 contenant la décision de principe d'enfouir dans un stockage géologique en profondeur les déchets de haute radioactivité et de longue durée de vie se réfère lui aussi au concept de réversibilité décisionnelle comme étant 'la capacité à revenir sur des décisions prises lors du développement et de la mise en œuvre progressive d'un stockage ; la réversibilité peut donc conduire à modifier, réévaluer ou inverser une décision prise' (voir schéma). Notons que les raisons pour réexaminer des décisions antérieures peuvent englober toute une série de facteurs tels que des considérations politiques, sociétales, économiques, techniques, environnementales ou liées à la sécurité et à la sûreté.



### Réversibilité et gouvernance

Le concept de réversibilité décisionnelle joue un rôle central pour préserver la nature politique et démocratique du processus pendant toute la durée du parcours, en permettant l'engagement actif des décideurs politiques, mais aussi en ouvrant le débat aux citoyens actuels et futurs. La réversibilité consiste fondamentalement à structurer le débat et les processus participatifs afin de maximiser l'inclusion démocratique et de mobiliser de manière adéquate la diversité et l'évolution des schémas de perspectives éthiques tout au long du processus décisionnel. Toutefois, le contenu du concept de 'réversibilité des décisions' changera au fil du temps en raison des différentes étapes de l'évolution du stockage. Il dépendra aussi de la configuration spécifique du concept de stockage choisi ainsi que de l'évolution des préoccupations éthiques. En ce sens, vouloir analyser la réversibilité d'un point de vue éthique comme s'il s'agissait de caractéristiques générales d'un stockage géologique, une fois pour toutes, n'a aucun sens.

Cependant, la mise en œuvre pratique de la réversibilité peut créer des défis en raison de la nature hautement technique des questions en jeu et des disparités dans l'accès aux connaissances et à l'expertise entre les différentes parties prenantes. Aussi transparent et inclusif que soit le processus décisionnel, la réversibilité pourrait ne plus être que purement symbolique : à mesure que les phases de conception, de construction et d'exploitation progressent, les coûts de l'annulation de décisions deviennent de plus en plus prohibitifs (comme nous le verrons plus loin dans cette note).

Ce qui ne manque pas d'interpeller les analystes : *"En fin de compte, il est tout à fait légitime de se demander si toute décision sur la récupérabilité des déchets (voir ci-dessous dans ce document) n'est que purement cosmétique. À long terme, tous les concepts imaginés pour le stockage géologique en profondeur évoluent vers une phase de fermeture définitive et irréversible. C'est pourquoi je vois de nombreuses contradictions dans les concepts de réversibilité des décisions et de récupérabilité des déchets,"* comme le dit une personne interviewée.

<sup>3</sup> Arrêté royal du 22 novembre 2022/Koninklijk besluit van 22 november 2022 <http://reflex.raadvst-consetat.be/reflex/pdf/Mbbs/2022/11/22/150601.pdf>

### **La réversibilité et la prise en considération de pistes alternatives**

Faut-il dès lors mettre si fortement l'accent sur la sûreté à long terme dans le débat sur la gestion à long terme des déchets radioactifs, au risque de sous-estimer les défis à plus court terme dans les décennies et les siècles à venir ? Cette période est sans doute le plus grand défi dans le dilemme des déchets radioactifs. Il est essentiel – mais c'est aussi un énorme défi - de passer le cap des 300 à 500 prochaines années. La radioactivité et la chaleur émises par le combustible usé et les déchets hautement radioactifs diminueront de manière significative au cours de cette période, mais pour une société, trois ou cinq siècles sont une éternité. Il est peut-être temps de reconsidérer les solutions techniques pour ces déchets et d'engager des débats démocratiques périodiques, tous les siècles environ, voire plus souvent si nécessaire pour des raisons techniques ou sociétales. Cette approche assurerait une véritable réversibilité, en permettant que les décisions soient éclairées par les nouvelles avancées technologiques. En tout cas, les installations de stockage devront tôt ou tard être rénovées et ces moments de révision technique pourraient être des moments naturels pour un débat de société sur la marche à suivre – par exemple, se lancer dans un projet de stockage géologique en profondeur ou poursuivre l'entreposage temporaire.

### **La sûreté et la sécurité<sup>4</sup> sont primordiales à toutes les phases**

#### **Le rôle crucial de l'AFCN/FANC**

Comme le fait de revenir sur certaines décisions ou la diversification vers d'autres options pourrait avoir un impact sur la sûreté et la sécurité, les autorités de régulation et de sécurité doivent jouer un rôle clé dans ces décisions. La sûreté et la sécurité doivent toujours être la priorité absolue dans tout le processus décisionnel. En Belgique, c'est l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN/FANC) qui assure la protection de l'homme et de l'environnement contre les risques des rayonnements ionisants, y compris les dangers liés aux déchets radioactifs, tant à court qu'à long terme. En ce qui concerne la gestion des déchets radioactifs, l'AFCN/FANC a pour mission de donner des avis sur les propositions de politiques nationales touchant à la gestion de ces déchets, de définir les exigences de sûreté et de superviser la sécurité des activités de gestion des déchets radioactifs menées par les exploitants nucléaires et par l'organisme belge de gestion des déchets, l'ONDRAF/NIRAS.

#### **Établir un dossier de sûreté**

Pour le stockage géologique des déchets radioactifs, l'AFCN/FANC vérifiera, à différents stades, si une installation géologique est conçue, construite, exploitée et fermée de manière sûre. L'AFCN/FANC a été ou sera impliquée dans l'évaluation des questions de sûreté à un stade très précoce, même pendant la phase pré-opérationnelle du stockage, c'est-à-dire lorsque la décision de principe d'enfouir les déchets de haute radioactivité et de longue durée de vie dans un stockage géologique a été proposée, mais aussi lorsqu'on aura choisi la roche hôte, sélectionné le site, défini la manière dont seront conçus le stockage et les barrières, etc. Des incertitudes seront identifiées au cours de l'élaboration, étape par étape, de ce que l'on appelle le dossier de sûreté. Certaines de ces incertitudes seront réduites au fil du temps, à

---

<sup>4</sup> Selon l'IAEA, la sûreté vise à prévenir les accidents, tandis que la sécurité vise à empêcher les actes délibérés qui pourraient nuire à une installation ou conduire au vol de matières nucléaires. <https://www.iaea.org/fr/themes/la-culture-de-surete-et-de-securite>

mesure qu'on accumulera les connaissances et qu'on disposera d'informations supplémentaires grâce aux programmes de recherche et de développement.

Une étape clé sera la présentation d'un dossier de sûreté complet avant le début des phases de construction et d'exploitation du stockage, couvrant tous les aspects liés à la sûreté et démontrant que l'ensemble du concept retenu est sûr et réalisable. Au moment où l'autorisation de construire le stockage sera accordée, les incertitudes qui compromettent la sûreté devraient avoir été abordées de manière adéquate. De plus, des mesures doivent être prévues – par exemple dans le programme de monitoring – pour confirmer les hypothèses et les modèles clés. Cependant, même à la fin du processus, des incertitudes subsisteront et il conviendra de démontrer que ces incertitudes irréductibles ne compromettent pas la sûreté.

## Récupérabilité des déchets radioactifs

### Des défis techniques croissants et une escalade des coûts

La récupérabilité des déchets radioactifs et/ou du combustible nucléaire usé fait partie intégrante de la réversibilité. Maintenir la possibilité de récupérer les colis de déchets donne aux générations futures l'occasion de réévaluer tout ou partie des matières qui ont été enfouies dans l'installation de stockage. Techniquement, la récupérabilité implique la possibilité d'extraire les colis de déchets du système de stockage en suivant une procédure inverse à celle de leur enfouissement, tout en respectant les mêmes objectifs de sûreté et de protection.

La récupération effective des déchets peut être liée à des considérations de sûreté, comme la nécessité de retirer temporairement des colis de déchets de l'installation de stockage à des fins de tests ou d'inspections. Elle peut également être motivée par des facteurs économiques et sociétaux, étant donné qu'une partie des déchets enfouis peut se transformer en une nouvelle ressource ou que la société peut opter pour une autre solution.

La facilité avec laquelle les colis de déchets pourront être retirés de l'installation de stockage variera en fonction des phases de développement et d'exploitation du dépôt : (i) les colis de déchets sont encore stockés, (ii) les déchets ont été enfouis dans les galeries de stockage, (iii) les galeries de stockage sont progressivement scellées, (iv) les galeries et les puits sont scellés et (v) l'évolution future lointaine du dépôt scellé.

À mesure que les phases d'exploitation progressent, la récupération des déchets deviendra un plus grand défi et sera plus coûteuse. En outre, le processus progressif de décision et de mise en œuvre implique de passer peu à peu d'un contrôle actif à un contrôle passif complet de l'installation.

Selon la NEA-OCDE<sup>5</sup>, 'la prise de décision concernant la récupération sera probablement un processus complexe si les conteneurs se trouvent déjà dans des voûtes ou des galeries scellées et si le nombre de conteneurs à récupérer est important. Il faudrait prendre en compte toute une série de critères relatifs à des sujets tels que la sûreté opérationnelle, les conséquences

---

<sup>5</sup> NEA, OECD, Reversibility of Decisions and Retrievability of Radioactive Waste: An overview of Regulatory Positions and Issues. 2015. <https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2020-01/rwm-r2015-1.pdf>

environnementales, la sûreté à long terme, la faisabilité, le coût, les délais, les exigences pour de nouvelles installations provisoires de stockage et de gestion.

## Un monitoring et une surveillance réglementaire

Même après le scellement de l'installation de stockage et le début de la phase passive, un monitoring continu restera essentiel. L'objectif principal de ce monitoring est de valider les hypothèses et les conclusions énoncées dans le dossier de sûreté qui a été évalué au moment où l'installation a été initialement autorisée. Le système de monitoring de l'installation de stockage doit être soigneusement conçu pour atteindre cet objectif.

Il est néanmoins important de reconnaître que le monitoring a aussi des implications sociétales plus larges. Les générations futures pourraient choisir d'étendre la période de monitoring au-delà de la durée initialement prévue. Pour l'instant, l'AFCN/FANC ne soutiendrait une telle prolongation que si elle pouvait se faire sans porter atteinte à l'intégrité du site de stockage.

## Un dilemme éthique pour les 'générations futures'

### Génération futures proches et lointaines

Dans la pratique, les concepts de réversibilité des décisions et de récupérabilité des déchets radioactifs stockés géologiquement impliquent le maintien de l'accessibilité à une installation de stockage géologique pendant une période prolongée. Cela donne l'occasion à nos successeurs d'envisager des options alternatives. Une telle stratégie semble conforme au principe éthique du respect de l'autonomie des générations futures.

Cependant, si la communauté nucléaire fait souvent référence aux 'générations futures', elle s'attarde rarement sur ceux qui constituent réellement ces générations futures, ce qui laisse de nombreuses questions sans réponse. Les générations futures sont généralement décrites comme une entité homogène, représentant des individus de toutes les générations suivant la nôtre, sans indication d'un cadre temporel précis. Même sans une analyse approfondie, il est évident que la gestion à long terme des déchets radioactifs affectera nos petits-enfants autrement que ceux qui vivront dans des dizaines de milliers d'années d'ici. Il est donc impératif de différencier les 'générations futures proches' et 'lointaines' quand on formule des décisions concernant la gestion des déchets radioactifs.

Les générations futures 'proches' sont nos successeurs qui conserveront la connaissance de l'emplacement des déchets radioactifs et qui posséderont les compétences nécessaires pour les gérer. Par contre, les générations futures 'lointaines' n'auront aucun souvenir de l'existence de ces déchets et n'auront pas les connaissances exigées pour les gérer.

### Autonomie ou bien-être

Avec le temps, le principe éthique de l'autonomie, qui revêt une importance significative pour les générations futures proches, est susceptible d'entrer en conflit avec le principe éthique de 'bien-être' pour les générations futures lointaines. Celui-ci consiste à protéger les générations futures de l'exposition aux déchets radioactifs, ce qui englobe à la fois les questions de sûreté et de sécurité. Si la sûreté et la sécurité restent pertinentes pour les générations futures

lointaines, ce n'est pas le cas de l'autonomie. Le scellement de l'installation de stockage sera donc, à un certain moment, une condition indispensable pour maximiser la sûreté et la sécurité à long terme.

Enfin, il est essentiel d'effectuer une caractérisation plus détaillée du groupe des générations futures proches. Le concept de générations futures proches doit être considéré dans une perspective temporelle qui commence avec le processus décisionnel initial et se poursuit à travers différentes phases telles que celles d'autorisation et de construction, l'utilisation opérationnelle, la fermeture du dépôt, le monitoring constant, la surveillance institutionnelle pour atteindre en fin de compte le point de la perte de mémoire. Chaque phase aura un impact distinct sur les personnes vivant à ce moment précis. Cela souligne la nécessité d'une réévaluation éthique périodique, qui devrait être intégrée dans le processus décisionnel continu.

Outre l'élément temporel, nous devons également tenir compte des facteurs spatiaux et des différents rôles. Cela implique d'examiner comment les futurs travailleurs, consommateurs, producteurs de déchets, résidents locaux et autres parties prenantes seront affectés différemment par la présence d'un stockage géologique à mesure que le temps passe.

## Qu'en est-il des solutions alternatives/complémentaires

### **Des investissements dominants dans la solution dominante**

Comme indiqué plus haut dans cette note de synthèse, les partisans du stockage en couche géologique profonde des combustibles usés et des déchets de haute radioactivité et de longue durée de vie font valoir que cette solution soulage les générations futures du fardeau de la gestion de ces déchets. À l'inverse, l'enfouissement définitif des déchets pourrait priver nos successeurs de la possibilité de mettre en œuvre des solutions plus avancées qui auront peut-être émergé grâce aux progrès scientifiques et sociétaux accomplis entre-temps.

Les partisans du stockage en couche géologique profonde affirment que des recherches approfondies, en particulier au cours des dernières décennies, ont démontré la faisabilité de cette solution. Les critiques rétorquent que nous avons alloué relativement peu de ressources à l'exploration d'approches alternatives, la majorité des financements étant consacrés au stockage géologique, qui reste la solution dominante (comme nous l'avons vu dans le thème de la gouvernance).

### **Technologies avancées de partitionnement et de transmutation**

Y a-t-il d'autres options ? Depuis le début de l'ère de l'énergie nucléaire, des scientifiques et des ingénieurs, y compris des physiciens et des chimistes, ont développé des technologies pour recycler le combustible nucléaire usé. Le concept initial sous-tendant le recyclage était de séparer et de réutiliser l'uranium et le plutonium du combustible usé, car ces deux éléments peuvent servir de nouveaux matériaux de fission dans les réacteurs nucléaires. Mais le combustible usé contient également des actinides mineurs (tels que le neptunium, l'américium et le curium) et des produits de fission, qui ont été considérés comme des déchets, même après recyclage.

De nouvelles technologies avancées de retraitement (repartitionnement) sont mises au point pour isoler, outre l'uranium et le plutonium, les actinides mineurs du combustible nucléaire usé et les réutiliser dans un autre type de réacteur nucléaire – comme le projet de réacteur pilote MYRRHA en Belgique – au lieu de les enfouir dans le sous-sol. Selon certains experts, la recherche a progressé à un stade où l'on peut envisager une utilisation potentielle de ces actinides mineurs comme futures sources de combustible nucléaire. Le résultat final de ce cycle produirait de l'énergie et des déchets radiotoxiques ultimes ayant une demi-vie plus courte.

Bien que d'autres experts, y compris des experts de l'AFCN/FANC<sup>6</sup> et du SCK CEN<sup>7</sup>, en collaboration avec des experts de NIRAS/ONDRAF, reconnaissent que le retraitement avancé pourrait influencer les volumes de déchets et offrir des possibilités supplémentaires d'optimisation pour la conception et le coût du stockage, ils soutiennent que la comparaison entre le stockage et le retraitement doit englober l'ensemble du cycle du combustible, et pas seulement en fonction du problème des déchets.

Les facteurs à prendre en compte comprennent aussi les risques de prolifération liés à des matières telles que le plutonium, les risques de sûreté nucléaire, l'utilisation des ressources naturelles, les impacts environnementaux, la sûreté opérationnelle, la sûreté à long terme ainsi que des considérations sociétales, éthiques, philosophiques et économiques. Celles-ci incluent notamment la charge imposée aux générations futures, mais aussi l'autonomie accordée à ces générations pour faire leurs propres choix en matière de politique énergétique et de gestion des déchets.

Selon le récent rapport de l'AFCN/FANC, le principal inconvénient concerne les longues périodes – qui s'étendent souvent sur des siècles – pendant lesquelles ces technologies doivent fonctionner avant de parvenir à une réduction globale nette de la radiotoxicité des déchets. Il est essentiel de garantir le fonctionnement continu de ces systèmes sur des périodes aussi longues, non seulement pour obtenir une réduction nette, mais aussi pour éviter d'être confronté à des déchets ou des combustibles contenant des niveaux élevés d'actinides, ce qui serait considérablement plus difficile à gérer. Il convient surtout de noter qu'aucune des options de retraitement ne supprime la nécessité d'une installation de stockage en profondeur.

## Quelques messages à retenir

### Réversibilité des décisions

1. *Dans le processus décisionnel concernant la gestion à long terme des déchets de haute radioactivité et de longue durée de vie et du combustible nucléaire usé, il convient d'examiner attentivement s'il faut laisser aux générations futures la possibilité de gérer*

---

<sup>6</sup> FANC/AFCN, Alternatives to the direct disposal of spent fuel in a geological disposal facility: routes derived from spent fuel reprocessing. <https://fanc.fgov.be/nl/system/files/2022-09-19-kgov-en-alternatives-direct-disposal-spent-fuel.pdf>

<sup>7</sup> SCK CEN & NIRAS collaborent pour le stockage géologique et la transmutation des déchets radioactifs. Commun Scientific Position Paper. <https://www.sckcen.be/fr/nouvelles/sck-cen-niras-colaborent-pour-le-stockage-geologique-et-la-transmutation-des-dechets-radioactifs>

*autrement les déchets radioactifs ou mettre en place une installation de stockage géologique passive.*

- 2. Une décision critique dans le processus actuel de gouvernance d'une installation de stockage géologique consiste à déterminer le moment de la fermeture de cette installation. Cette fermeture ne devrait se faire que si trois conditions sont remplies : une sécurité garantie sans autre intervention humaine, la non-viabilité du combustible nucléaire usé et un consensus politique et sociétal. La décision de fermer définitivement l'installation devrait être prise avec les générations vivant à ce moment-là.*
- 3. Le processus décisionnel par étapes pour la gestion à long terme des déchets radioactifs doit tenir compte du potentiel de réversibilité, ce qui permet de réévaluer et de modifier des décisions antérieures en fonction de l'évolution des circonstances et de l'émergence de nouvelles connaissances ou d'autres perspectives sociétales. Il doit donc s'agir d'un processus décisionnel incrémental, qui permet la réversibilité et la flexibilité.*
- 4. Le concept de réversibilité a été inscrit dans la législation de pays comme la France et la Belgique, laissant aux générations actuelles et futures l'option de poursuivre, de modifier, de réviser ou d'inverser des décisions en matière de gestion des déchets.*
- 5. La mise en œuvre de la réversibilité dans le processus décisionnel peut accroître l'inclusion démocratique, mais peut se heurter à des défis liés à des complexités techniques et aux disparités de connaissances et d'expertise entre les parties prenantes (y compris le public), ce qui nécessite un processus transparent et bien équilibré.*
- 6. Il reste important d'envisager des pistes alternatives et/ou complémentaires pour la gestion à long terme des déchets radioactifs, en équilibrant la confiance dans la société, la géologie, la science et la technologie et en s'engageant périodiquement dans des évaluations scientifiques et techniques combinées à des débats démocratiques pour éclairer la prise de décision. Ces débats périodiques et la réévaluation des solutions techniques peuvent être nécessaires pour assurer une véritable réversibilité et s'adapter aux nouvelles avancées technologiques.*
- 7. La sûreté et la sécurité doivent toujours être une priorité absolue à tous les stades du processus décisionnel et les autorités chargées de la réglementation et de la sécurité jouent un rôle crucial en assurant la protection de l'environnement et des générations futures.*
- 8. Il sera également crucial de faire la distinction entre la période future immédiate, intrinsèquement critique, qui va d'aujourd'hui aux 300 à 500 prochaines années, et l'ère suivante, qui peut aller jusqu'à un million d'années, et ce au travers de différentes dimensions.*

### **Récupérabilité des déchets radioactifs enfouis**

- 9. La récupérabilité des déchets radioactifs enfouis est un élément clé de la réversibilité, en permettant l'extraction et la réévaluation potentielles de colis de déchets à l'avenir sur la base de facteurs sécuritaires, économiques et sociétaux.*
- 10. La récupération des déchets devient un défi plus grand et plus coûteux à mesure que les phases d'exploitation progressent. C'est pourquoi nous devons soigneusement prendre en compte l'option d'incorporer ou non la récupérabilité dès le début du processus décisionnel et de savoir quelles options techniques peuvent être souhaitables ou non dans ce but.*
- 11. Un monitoring continu et un contrôle réglementaire sont essentiels même après que l'installation de stockage a été scellée afin de valider les hypothèses de sécurité*

*énoncées dans le dossier de sûreté initial et de lever toutes les incertitudes. La durée de cette phase de monitoring et de contrôle doit être déterminée en consultation avec les générations vivant à ce moment-là.*

### **Génération futures**

*12. Il faut trouver un équilibre entre les principes éthiques liés à l'autonomie et au bien-être des générations futures, en tenant compte des générations futures proches et lointaines et de l'évolution des rôles et des attitudes de la société.*

### **Technologies alternatives et/ou complémentaires**

*13. Des technologies telles que le retraitement avancé et la transmutation présentent un potentiel de réduction de la radiotoxicité, des émissions de chaleur et de la demi-vie du combustible nucléaire usé, le principal composant des déchets de haute radioactivité. La comparaison entre l'enfouissement et le retraitement doit cependant porter sur l'ensemble du cycle du combustible. Les facteurs à prendre en compte comprennent des considérations sociétales, éthiques, philosophiques, économiques, techniques et des aspects de sûreté et sécurité.*