



Plan Déchets

pour la gestion à long terme des déchets radioactifs conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie et aperçu de questions connexes

Ce document est le fruit d'un large travail d'équipe au sein de l'ONDRAF et avec Brigitte Cornélis, rédactrice scientifique indépendante, qui l'a rédigé. Il est aussi disponible en néerlandais et sera disponible en anglais. Le résumé exécutif est disponible en français, néerlandais et allemand et a été publié au Moniteur belge en date du 30 septembre 2011. Il sera disponible en anglais.

Contact : ONDRAF, Service Communication, Avenue des Arts 14, 1210 Bruxelles
info@plan-dechets.be

Informations complémentaires : www.ondraf-plandechets.be

Référence : ONDRAF/NIRAS, Plan Déchets pour la gestion à long terme des déchets radioactifs conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie et aperçu de questions connexes, rapport NIROND 2011-02 F, 2011

Editeur responsable : Jean-Paul Minon, Avenue des Combattants 107 A, 1470 Genappe

Préambule

Le Plan Déchets de l'ONDRAF vise à répondre aux exigences

- de l'arrêté royal du 30 mars 1981 tel que modifié déterminant ses missions et fixant ses modalités de fonctionnement, qui lui impose d'avoir un programme général de gestion à long terme des déchets radioactifs,
- et 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,

tout en répondant à la demande lui adressée en 2004 par sa tutelle de préparer et d'engager un dialogue sociétal concernant la gestion à long terme des déchets conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie (déchets B&C) et d'évaluer toutes les stratégies possibles pour cette gestion en vue de permettre de décider de la solution de gestion à réaliser pour assurer la protection de l'homme et de l'environnement tant que ces déchets présentent un risque.

Le Plan Déchets de l'ONDRAF a été adopté par le conseil d'administration de l'ONDRAF, seule autorité habilitée à cette fin, en date du 23 septembre 2011. Il a été finalisé par l'ONDRAF après réception des avis et observations émis pendant l'été 2010 dans le cadre de la procédure légale de consultation de diverses instances officielles et du public à laquelle, conformément aux dispositions de la loi de 2006, l'ONDRAF a soumis le projet de Plan Déchets et le rapport d'évaluation des incidences environnementales (*strategic environmental assessment* ou SEA) qui l'accompagnait. Il remplace et annule le projet de Plan Déchets. Le Plan Déchets a également été mis à jour afin de refléter les modifications intervenues depuis juin 2010 dans la situation nationale et internationale ainsi que dans les programmes étrangers : il reflète la situation arrêtée au 31 juillet 2011. Il ne tient toutefois pas compte de la directive européenne du 19 juillet 2011 relative à la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, si ce n'est par l'ajout d'une annexe qui reprend quelques points saillants de cette directive ayant un rapport direct avec le Plan Déchets et qui fournit une première analyse de la contribution du Plan Déchets au respect des impositions de la directive. La loi de 2006 ne prévoyant pas d'adapter le SEA suite à la consultation légale, le SEA est resté inchangé.

Dans son avis relatif au projet de Plan Déchets et au SEA, le Comité d'avis SEA institué par la loi de 2006 ne relève pas de lacunes quant à la façon dont la procédure légale a été mise en œuvre. Il « *apprécie l'investissement que l'ONDRAF a consacré pour assurer la bonne mise en œuvre de la procédure d'évaluation des incidences sur l'environnement, en particulier en produisant une version du répertoire prenant en compte ses remarques* ». Il constate aussi que « *La documentation est complète [...]* ».

Avec son Plan Déchets, l'ONDRAF entend satisfaire à ses obligations légales tout en fournissant au gouvernement tous les éléments nécessaires pour lui permettre de prendre en connaissance de cause une *décision de principe*, autrement dit une décision de politique générale, en matière de gestion à long terme des déchets B&C, y compris les combustibles irradiés déclarés comme déchets. Le Plan Déchets est donc un document stratégique. Il n'a pas pour vocation de détailler l'ensemble de l'argumentation, notamment scientifique, technique et financière, qui sous-tend la

solution de gestion préconisée par l'ONDRAF. Cette argumentation est largement documentée dans la littérature scientifique nationale et internationale à laquelle le Plan Déchets et le SEA renvoient. Le Plan Déchets et le SEA reposent en effet sur un socle de connaissances scientifiques et techniques qui dépasse de loin les connaissances acquises dans le cadre du programme belge et même dans le cadre des programmes de gestion à long terme des déchets radioactifs en général.

Le Plan Déchets tel qu'adopté ne sera mis en œuvre que moyennant validation par le gouvernement par une décision de principe, nécessaire à brève échéance, fixant une politique claire en matière de gestion à long terme des déchets B&C. Le développement progressif de cette politique devrait être encadré par un système normatif également à développer.

Deux documents accompagnent le Plan Déchets et le SEA :

- la déclaration qui, conformément aux dispositions de la loi de 2006, résume notamment la manière dont le SEA et les consultations effectuées durant la procédure légale ont été pris en considération dans le Plan Déchets ;
- le rapport de la conférence citoyenne organisée fin 2009 – début 2010 par la Fondation Roi Baudouin à la demande de l'ONDRAF et consacrée à la question de savoir comment décider de la gestion à long terme des déchets B&C.

Résumé exécutif

En Belgique, la gestion des déchets radioactifs a été confiée par le législateur à un organisme public doté de la personnalité juridique : l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies ou ONDRAF. Cette gestion doit assurer la protection de l'homme et de l'environnement contre les risques que présentent les déchets et elle comporte donc une importante composante de gestion à long terme. En effet, les déchets conditionnés de faible et moyenne activité et de courte durée de vie, dits de catégorie A, présentent un risque pour l'homme et l'environnement durant plusieurs centaines d'années. Les autres déchets conditionnés gérés par l'ONDRAF, les déchets conditionnés des catégories B et C, aussi appelés déchets B&C, ont ceci en commun qu'ils contiennent des quantités de radionucléides de longue durée de vie telles qu'ils présentent un risque durant plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années. Ce sont des déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie.

La gestion à long terme des déchets radioactifs est une compétence exclusive de l'ONDRAF. D'après le cadre légal, cette gestion à long terme doit être telle que les déchets placés dans l'installation de gestion à long terme le soient sans qu'il y ait *intention* de les récupérer, cette installation étant alors leur destination finale. L'absence d'intention de récupérer les déchets ne signifie toutefois pas nécessairement qu'il y ait impossibilité de les récupérer ou qu'il y ait impossibilité d'effectuer des contrôles.

Contrairement à la situation qui prévaut pour les déchets de catégorie A, il n'y a pas encore de politique institutionnelle validée en Belgique en matière de gestion à long terme des déchets B&C existants et prévus, y compris les combustibles nucléaires irradiés non retraités déclarés (ou susceptibles de l'être) comme déchets ainsi que les quantités excédentaires de matières fissiles enrichies et de matières plutonifères hors combustibles déclarées (ou susceptibles de l'être) comme déchets.

Dans la suite du texte, l'expression « déchets B&C » doit être comprise comme désignant également les combustibles nucléaires irradiés non retraités déclarés (ou susceptibles de l'être) comme déchets ainsi que les quantités excédentaires de matières fissiles enrichies et de matières plutonifères hors combustibles déclarées (ou susceptibles de l'être) comme déchets.

L'intérêt et la qualité des travaux de recherche, développement et démonstration (RD&D) en matière de gestion à long terme des déchets B&C, initiés en 1974 par le Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SCK•CEN) et transférés sous la responsabilité de l'ONDRAF une dizaine d'années plus tard, ont été confirmés à plusieurs reprises à partir de 1976 par différentes commissions et groupes de travail chargés par des instances institutionnelles de se prononcer sur les études en cours en matière de gestion à long terme des déchets B&C ou sur des questions de politique énergétique, sans toutefois que l'orientation prise — *la mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée* (soit, pour la Belgique, l'Argile de Boom ou les Argiles Yprésiennes) — soit confirmée ou infirmée de façon *formelle* au niveau fédéral.

Or il est de la responsabilité des pays signataires de la Convention commune de 1997 sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, dont la Belgique, d'avoir une politique de gestion à long terme pour ces matières. Après avoir ratifié cette convention, la Belgique l'a transposée dans son cadre

légal en 2002. Indépendante de la politique énergétique future des pays, cette responsabilité nationale constitue aussi l'un des principes de base de la directive européenne « Déchets » du 19 juillet 2011 relative à la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs. (Le Plan Déchets ne tient pas compte de cette très récente directive, si ce n'est par l'ajout d'une annexe qui reprend les principaux points de la directive ayant un rapport direct avec le Plan Déchets et qui fournit une première analyse de la contribution du Plan Déchets au respect des impositions de la directive.)

Une politique institutionnelle de gestion à long terme des déchets B&C est par ailleurs indispensable à plus d'un titre, en particulier pour permettre à l'ONDRAF de focaliser les travaux de RD&D encore nécessaires en fonction de la destination finale de ces déchets, pour lui permettre de déterminer et d'optimiser l'ensemble des aspects « amont » de leur gestion, pour lui permettre d'appliquer le principe du *pollueur payeur* sur une base plus concrète qu'actuellement, pour éviter d'imposer plus longtemps aux communes où ces déchets sont actuellement entreposés à titre provisoire l'incertitude actuelle quant à la durée de cet entreposage, et pour éviter de reporter la responsabilité de la gestion, y compris l'ensemble des charges associées (techniques, financières, décisionnelles, radiologiques, etc.), sur les générations futures, cela conformément au principe d'équité intergénérationnelle mis en avant dans la Convention commune et dans la directive « Déchets ».

1 Motivation et portée du Plan Déchets

Dans la mesure notamment où

- l'ONDRAF est légalement tenu d'avoir un programme général de gestion à long terme des déchets radioactifs ;
- une politique de gestion à long terme des déchets B&C est *indispensable* ;
- le programme de RD&D de l'ONDRAF en matière de gestion à long terme des déchets B&C, qui s'inscrit dans la ligne des recommandations internationales en la matière, a atteint un stade de maturité technique avancé, qui rend *possible* une décision de politique générale en la matière ;
- l'ONDRAF a été chargé en 2004 par sa tutelle de préparer et d'engager un dialogue sociétal à tous les niveaux concernant la gestion à long terme des déchets B&C et d'évaluer toutes les stratégies possibles pour cette gestion en vue de permettre de décider de la solution de gestion à réaliser ;
- la loi du 13 février 2006, d'une part, impose que le programme général de gestion à long terme des déchets radioactifs fasse l'objet d'une évaluation de ses incidences sur l'environnement et que le rapport d'incidences environnementales (*strategic environmental assessment* ou SEA) comporte une évaluation des incidences probables des « solutions de substitution raisonnables » et, d'autre part, prévoit la participation du public lors de l'élaboration de ce programme ;

l'ONDRAF a pris l'initiative de rassembler dans un seul document, le *Plan Déchets*, tous les éléments nécessaires pour permettre au gouvernement de prendre en connaissance de cause une *décision de principe*, autrement dit une décision de *politique générale* ou *d'orientation générale*, en matière de gestion à long terme des déchets B&C. Une telle

décision n'est pas une décision de réalisation immédiate d'une solution spécifique sur un site donné.

Le Plan Déchets est focalisé sur la gestion à long terme des déchets B&C, ne considérant que les déchets existants et dont la production est prévue, principalement dans le cadre du programme électronucléaire actuel. Selon l'estimation 2009 de l'ONDRAF, les volumes de déchets B&C à gérer d'ici 2070, autrement dit d'ici la fin des activités de démantèlement de toutes les installations nucléaires existantes ou dont la construction était prévue au 31 décembre 2008, sont les suivants.

- 11 100 ou 10 430 m³ de déchets de catégorie B, selon que la suspension actuelle du retraitement des combustibles commerciaux irradiés est levée ou qu'elle est maintenue. Ces déchets proviennent essentiellement des activités de recherche, de la fabrication des combustibles nucléaires, du retraitement des combustibles irradiés et du démantèlement des centrales nucléaires et des installations de recherche et de fabrication de combustibles.
- 600 ou 4 500 m³ de déchets de catégorie C, selon que la suspension actuelle du retraitement des combustibles commerciaux irradiés est levée ou qu'elle est maintenue. Ces déchets sont les déchets vitrifiés issus du retraitement des combustibles commerciaux irradiés ainsi que les combustibles irradiés non retraités déclarés comme déchets.

Une grosse partie de ces déchets existe déjà ou sera produite de manière inéluctable.

Le Plan Déchets mentionne la gestion à long terme des déchets de catégorie A pour mémoire, car la solution de gestion à réaliser pour ces déchets — un dépôt en surface sur le territoire de la commune de Dessel, dans le cadre d'un projet intégré présentant une valeur ajoutée pour la région — a été fixée par une décision du Conseil des ministres le 23 juin 2006.

Enfin, le Plan Déchets identifie une série de questions dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF mais est susceptible d'avoir une influence sur la gestion à long terme des déchets B&C (comme le statut — ressource ou déchet — des combustibles commerciaux irradiés ainsi que des matières fissiles enrichies et des matières plutonifères hors combustibles), voire sur ses activités de gestion en général. Ainsi, le Plan Déchets aborde la question du développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires au système existant en vue d'assurer la gestion à long terme de substances qui n'ont actuellement pas le statut de déchets radioactifs, mais qui pourraient acquérir ce statut ultérieurement, ou de déchets radioactifs qui n'ont pas encore fait l'objet d'une demande de prise en charge par l'ONDRAF.

Le programme général de gestion à long terme des déchets radioactifs de l'ONDRAF comprendra à terme, en plus du Plan Déchets, un ou plusieurs autres plans dédiés couvrant la gestion de l'ensemble des substances qui ont ou prendront le statut de déchets radioactifs. Ces plans seront établis au fur et à mesure que les dossiers correspondants atteignent un degré de maturité suffisant.

2 Elaboration du Plan Déchets et aspects procéduraux

Pour élaborer son Plan Déchets, l'ONDRAF a choisi de procéder à une évaluation des options envisageables pour la gestion à long terme des déchets B&C et à une consultation sociétale plus larges que celles requises par la loi du 13 février 2006.

- Le Plan Déchets et le SEA sur lequel il s'appuie ont considéré de la façon la plus large possible toutes les options envisageables pour la gestion des déchets B&C.
- L'élaboration du document qui a précédé le Plan Déchets, appelé « projet de Plan Déchets », et du SEA a été enrichie par les résultats d'une consultation sociétale menée sur l'initiative de l'ONDRAF bien avant la procédure de consultation imposée par la loi du 13 février 2006.
- L'évaluation des options dans le cadre du SEA ne s'est pas limitée aux incidences environnementales mais intègre dans la mesure du possible les dimensions environnementale et de sûreté, technique et scientifique, financière et économique, et sociétale et éthique.

Le Plan Déchets et le SEA sont l'aboutissement d'un processus d'élaboration en plusieurs étapes régi par la procédure légale fixée par la loi du 13 février 2006. Conformément aux dispositions de la loi, l'ONDRAF a en particulier soumis le projet de Plan Déchets et le SEA pour avis au Comité d'avis, dit « Comité d'avis SEA », institué par cette même loi, au Conseil Fédéral du Développement Durable et aux gouvernements des Régions ainsi qu'au public. Ainsi que la loi le lui permettait, l'ONDRAF a aussi soumis ces documents pour avis à l'autorité de sûreté nucléaire (Agence fédérale de Contrôle nucléaire ou AFCN). Dans son avis relatif au projet de Plan Déchets et au SEA, le Comité d'avis SEA n'a pas relevé de lacunes quant à la façon dont la procédure légale a été mise en œuvre.

L'ONDRAF a finalisé le Plan Déchets en prenant en considération les avis des instances officielles et les observations émises par le public dans le cadre de la procédure légale de consultation. Conformément aux dispositions de la loi de 2006, il a aussi établi une déclaration qui résume notamment la manière dont le SEA et les avis et observations reçus ont été pris en considération lors de la finalisation du plan.

Le Plan Déchets a été adopté par le conseil d'administration de l'ONDRAF, seule autorité habilitée à cette fin, en date du 23 septembre 2011. *Le démarrage de sa mise en œuvre doit être validé par une décision de principe au niveau fédéral.*

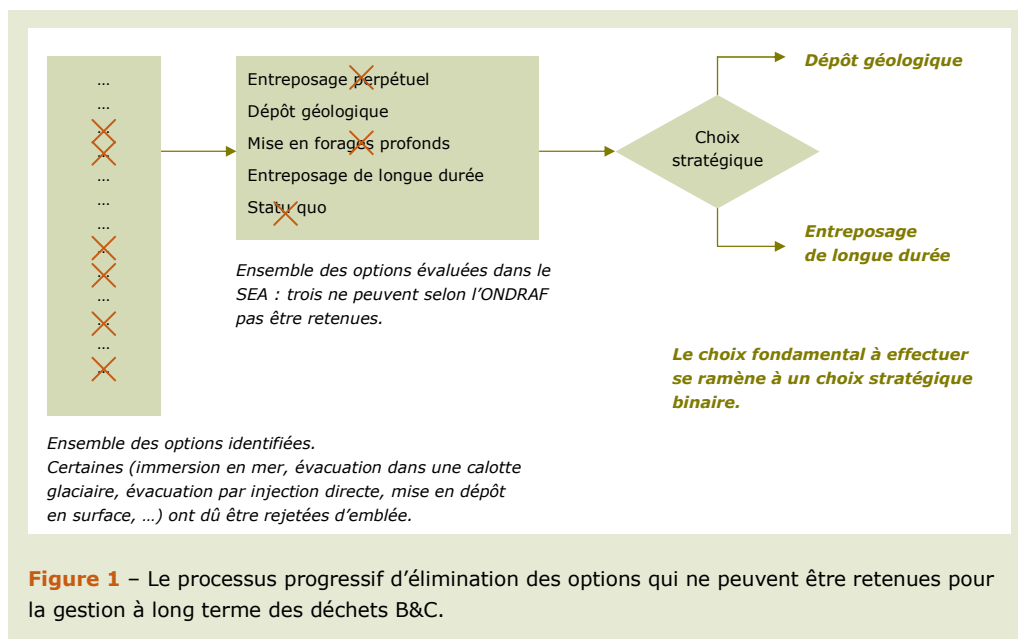
3 Evaluation et comparaison des options

Le Plan Déchets et le SEA sur lequel il s'appuie ont considéré de la façon *la plus large possible* toutes les options envisageables pour la gestion des déchets B&C (Figure 1). Certaines options ont été rejetées d'emblée parce qu'elles contreviennent à des traités ou conventions internationaux dont la Belgique est signataire (par exemple, l'immersion en mer et l'évacuation dans une calotte glaciaire) et/ou au cadre légal et réglementaire belge (par exemple, l'évacuation par injection de déchets sous forme liquide dans le sous-sol profond) et/ou ne présentent pas de garanties suffisantes en matière de sûreté (par exemple, la mise en dépôt en surface). Les options restantes, à savoir l'entreposage perpétuel, la mise en dépôt géologique, la mise en forages profonds, l'entreposage de longue durée en vue ou en l'attente « d'autre chose » et l'option qui

consisterait à prolonger la situation actuelle (statu quo) ont alors fait l'objet d'une évaluation transdisciplinaire dans le SEA et le Plan Déchets. Le Comité d'avis SEA a confirmé dans son avis que le choix des options envisageables était cohérent avec les approches adoptées dans les autres pays confrontés au même type de problématique.

Dans la mesure où le Plan Déchets vise une décision de nature stratégique et non une décision relative à un projet concret, le Plan Déchets et le SEA ont considéré les options de gestion de façon générique, autrement dit sans les lier à un site particulier. Ils ne portent donc ni sur des questions de choix de site d'implantation des installations à prévoir, ni a fortiori sur leur architecture. Par conséquent aussi, l'évaluation des options considérées a été essentiellement qualitative, s'appuyant sur des jugements d'experts fondés sur la base de connaissances — entièrement publique — qui est disponible aux niveaux national et international et, dans la mesure du possible, sur des études similaires effectuées à l'étranger et sur les décisions prises en conséquence ainsi que sur le retour d'expérience d'infrastructures analogues existantes, en Belgique et à l'étranger. Des analyses quantitatives ont toutefois été effectuées chaque fois que c'était possible et que cela se justifiait. Également en raison de la nature stratégique du Plan Déchets, les incidences environnementales transfrontières n'ont pas été évaluées. Le Comité d'avis SEA a confirmé dans son avis qu'une évaluation de cet ordre n'était pas encore possible.

Au terme de l'évaluation des options, le choix du type de solution à réaliser pour la gestion à long terme des déchets B&C a été ramené à un choix stratégique binaire : la mise en dépôt des déchets dans une formation géologique appropriée ou leur entreposage de longue durée en vue ou en l'attente « d'autre chose ». L'option de l'entreposage perpétuel est en effet impropre à assurer la sûreté à long terme, la mise en forages profonds n'est pas raisonnablement envisageable pour la gestion à long terme du volume total des déchets B&C et l'option du statu quo n'est pas une solution de gestion à long terme et ne permet donc pas à l'ONDRAF de remplir sa mission de gestion dans son intégralité.



Le dépôt géologique et l'entreposage de longue durée (100 à 300 ans) se distinguent essentiellement par le fait que l'entreposage n'est pas la destination finale des déchets, et donc n'est pas une solution de gestion à vocation définitive, au contraire du dépôt géologique, lequel peut en outre devenir un système qui assure la sûreté de façon passive après sa fermeture complète (c'est-à-dire sans que l'intervention de l'homme soit une nécessité, ce qui ne signifie pas pour autant qu'il y ait absence ou impossibilité de contrôles). La période opérationnelle (construction, exploitation, fermeture) d'un dépôt géologique (ordre de grandeur d'une centaine d'années) requiert par contre une gestion active et, en cela, est comparable à la période opérationnelle d'une installation d'entreposage.

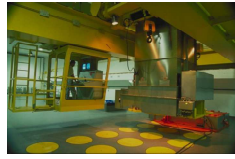
La comparaison de la mise en dépôt géologique avec l'entreposage durant 100 à 300 ans met en évidence deux éléments qui pèsent selon l'ONDRAF de façon décisive en faveur du dépôt géologique comme solution pour la gestion à long terme des déchets B&C (voir aussi Figure 2).

- La *robustesse* du dépôt géologique par rapport aux évolutions futures (sociétales, naturelles, etc.), autrement dit le fait que la sûreté d'un système de dépôt adéquatement conçu et réalisé n'est pas affectée de façon inacceptable par les évolutions futures. Inversement, la sûreté d'un entreposage requiert une gestion active et est donc particulièrement tributaire des évolutions sociétales : elle pourrait ne plus être assurée en cas de manquements dans la gestion active.
- Le fait qu'un dépôt géologique reporte un *minimum de charges* sur les générations futures. Inversement, toute solution d'entreposage reporte *de facto* l'entièreté de la responsabilité de la gestion, y compris des charges associées élevées, sur les générations futures, qui seront obligées de décider d'une solution à vocation définitive ou d'une nouvelle période d'entreposage à la fin de la période d'entreposage de longue durée.

Un dépôt géologique développé, réalisé et fermé de façon progressive, le cas échéant après une période de contrôles *in situ*, constitue selon l'ONDRAF la seule solution de gestion à même de protéger dans la durée l'homme et l'environnement des risques associés aux déchets B&C et de minimiser le transfert de charges aux générations futures tout en leur laissant certaines possibilités de choix, en particulier en matière de contrôle du dépôt, de calendrier de fermeture, de récupération éventuelle des déchets et de transfert de connaissances aux générations qui viendront après elles. Cette solution est conforme aux recommandations internationales et aux pratiques internationales.

SITUATION ACTUELLE

Entreposage provisoire



Prévu pour durer environ 75 ans
Sûr si entretiens et contrôles

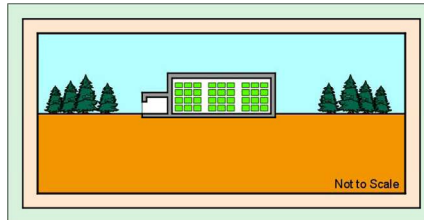
Les déchets entreposés doivent être transférés dans une installation de gestion à long terme.

**Choix stratégique pour la gestion à long terme
(élément de la décision de principe)**

OU

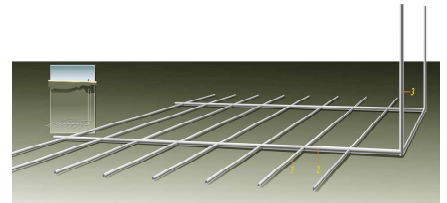
SITUATION SOUHAITEE :
Solution assurant la protection de l'homme et de l'environnement tant que les déchets présentent un risque (quelques dizaines à quelques centaines de milliers d'années)

Entreposage de longue durée



Source : NIREX

Dépôt géologique



Sûreté	<ul style="list-style-type: none"> ■ assurée si entretiens et contrôles permanents 	<ul style="list-style-type: none"> ■ intrinsèque au système et ce, sur des périodes géologiques (million d'années)
Incertitudes principales	<ul style="list-style-type: none"> ■ sociétales => ne peuvent être maîtrisées (incertitudes quant au fait que les sociétés futures continueront à assurer les contrôles nécessaires à la sûreté à long terme) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ scientifiques et techniques => sont prises en compte dans le développement et les évaluations d'un système de dépôt robuste ; toutefois, pas de vices rédhibitoires observés en 30 ans de RD&D dans une vingtaine de pays
Durée de vie du système	<ul style="list-style-type: none"> ■ limitée par la technique (à priori à 300 ans) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ assurée par le choix d'une géologie stable
Vulnérabilité aux événements naturels	<ul style="list-style-type: none"> ■ protection offerte par la technique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ protection offerte par la géologie
Report des charges	<ul style="list-style-type: none"> ■ report intégral sur les générations futures 	<ul style="list-style-type: none"> ■ report minimisé sur les générations futures
Récupération des déchets	<ul style="list-style-type: none"> ■ possible à tout moment 	<ul style="list-style-type: none"> ■ possible, de plus en plus difficile avec le temps
Contrôles	<ul style="list-style-type: none"> ■ indispensables à la sûreté 	<ul style="list-style-type: none"> ■ non indispensables à la sûreté, mais intention de les maintenir pendant une période à convenir
Transfert des connaissances	<ul style="list-style-type: none"> ■ indispensable à la sûreté 	<ul style="list-style-type: none"> ■ non indispensable à la sûreté, mais prévu
Mise à profit des évolutions scientifiques et techniques	<ul style="list-style-type: none"> ■ toujours possible 	<ul style="list-style-type: none"> ■ limitée à la période d'exploitation
Principe du pollueur payeur	<ul style="list-style-type: none"> ■ inapplicable car la solution qui devra remplacer l'entreposage n'est pas identifiée 	<ul style="list-style-type: none"> ■ applicable sur une base concrète
Vulnérabilité aux actes malveillants	<ul style="list-style-type: none"> ■ fondamentalement dépendante des contrôles 	<ul style="list-style-type: none"> ■ vulnérabilité faible du fait de la profondeur
Type de solution	<ul style="list-style-type: none"> ■ ne peut se justifier selon l'autorité de sûreté (AFCN) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ solution recommandée au niveau international

***n'est donc pas
une solution de gestion à long terme***
***nécessite une nouvelle décision de principe
en vue d'une solution de gestion à long terme***



***est donc
une solution de gestion à long terme***
Strictement, plus aucune action humaine n'est nécessaire une fois le dépôt complètement fermé. L'ensemble « barrières ouvragées + formation géologique hôte » piège les radionucléides qui finissent par s'échapper des déchets, protégeant ce faisant l'homme et l'environnement.

Figure 2 – Principaux éléments du choix stratégique entre dépôt géologique et entreposage de longue durée.

4 La solution préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C

L'ONDRAF préconise pour la gestion à long terme des déchets B&C existants et dont la production est prévue une solution *globale* de mise en dépôt géologique, en ce sens qu'elle comporte une solution technique (section 4.1) qui s'inscrit dans un processus décisionnel intégrant les aspects techniques et sociétaux (section 4.2) et dont le développement et la réalisation sont assortis d'une série de conditions issues de la consultation sociétale organisée sur l'initiative de l'ONDRAF et de la consultation légale (section 4.3).

4.1 Solution technique pour la gestion à long terme des déchets B&C

La solution technique préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C est une solution à vocation définitive, à savoir

- la mise en dépôt géologique (section 4.1.1)
- au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) (section 4.1.2)
- dans une installation unique (c'est-à-dire commune à l'ensemble des déchets B&C et réalisée sur un seul site) (section 4.1.3)
- située sur le territoire belge (section 4.1.4)
- dans les meilleurs délais, le rythme de développement et de réalisation de la solution devant être proportionné à sa maturité scientifique et technique ainsi qu'à son assise sociétale (section 4.1.5).

4.1.1 La mise en dépôt géologique

La mise en dépôt géologique

- s'inscrit dans la ligne de la mission légale de l'ONDRAF, en ce sens qu'elle donne une destination définitive aux déchets B&C ;
- est applicable à l'ensemble des déchets B&C existants et prévus ;
- est considérée aux niveaux national et international par les gestionnaires de déchets radioactifs et les autorités de sûreté comme étant faisable et à même d'assurer la protection de l'homme et de l'environnement d'une manière robuste sur des centaines de milliers d'années et ce, de manière intrinsèquement passive ;
- est confirmée par les résultats de l'analyse multidisciplinaire des options de gestion envisageables effectuée dans le SEA comme étant *la seule solution pour la gestion à long terme des déchets B&C et certainement celle qui est la plus sûre du point de vue radiologique, la plus robuste vis-à-vis des évolutions sociétales et naturelles envisageables et la mieux à même de protéger l'homme et l'environnement sur le long terme* ;
- minimise les charges reportées sur les générations futures, en particulier les risques radiologiques, l'impact environnemental et la responsabilité de garantir la sûreté, de prendre des décisions et d'assurer le financement ;
- peut être financée selon le principe du *pollueur payeur* ;

- a été choisie par tous les pays qui ont une politique institutionnelle pour la gestion à long terme de leurs déchets B et/ou C. Les Etats-Unis exploitent depuis 1999 un dépôt géologique pour leurs déchets militaires de catégorie B et la Finlande, la France et la Suède ne sont plus, en principe, qu'à 10 ou 15 ans du début de l'exploitation industrielle d'un dépôt géologique.

4.1.2 Au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes)

Les argiles peu indurées, et en particulier l'Argile de Boom et les Argiles Yprésiennes, sont, parmi les formations géologiques présentes en Belgique, celles qui apparaissent comme ayant les caractéristiques intrinsèques les mieux à même de permettre d'assurer les fonctions attendues d'une barrière naturelle, à savoir les fonctions d'isolation, de confinement et de piégeage à long terme des radionucléides et des contaminants chimiques présents dans un dépôt géologique. Un système de dépôt (formation hôte + installation de dépôt + déchets) adéquatement conçu et réalisé dans ces argiles est à même d'assurer la sûreté à long terme.

Les argiles peu indurées comme barrière naturelle à la migration des radionucléides et des contaminants chimiques sur le long terme

Les argiles peu indurées présentent différentes caractéristiques qui en font des barrières naturelles de qualité à la migration des radionucléides et des contaminants chimiques vers l'environnement de surface.

- Elles sont *très peu perméables*. Il n'y a donc pour ainsi dire pas de mouvements d'eau en leur sein, et donc pas de transport de radionucléides et de contaminants chimiques par ce vecteur. Le transport est par conséquent essentiellement diffusif, c'est-à-dire que les espèces migrent sous l'effet de leur gradient de concentration et non sous celui du mouvement de l'eau interstitielle.
- Elles présentent une *forte capacité de piégeage* de nombreux radionucléides et contaminants chimiques (capacité de sorption, propriétés géochimiques favorables, ...). Leur migration à travers l'argile est donc fortement ralentie.
- Elles sont *plastiques*. Les fractures et fissures qui pourraient y être générées, en particulier par les activités de creusement, ont donc tendance à se refermer (capacité d'auto-scellement).

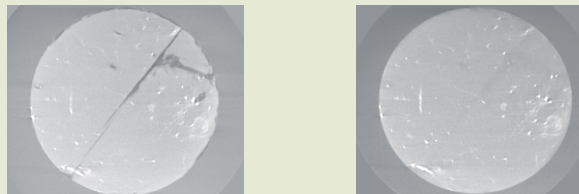


Illustration de la capacité d'auto-scellement de l'Argile de Boom. A gauche : échantillon d'argile dans lequel une fracture a été induite ; à droite, le même échantillon, 4 heures après saturation hydraulique : la fracture s'est refermée.

L'Argile de Boom est constituée sur toute son épaisseur (environ 100 mètres) de différentes couches plus ou moins riches en argile. Les propriétés de transport des radionucléides et des contaminants chimiques sont toutefois très homogènes sur presque toute l'épaisseur de l'Argile de Boom. En outre, l'Argile de Boom et les Argiles Yprésiennes se présentent au sein de structures géologiques simples, ce qui facilite leur caractérisation.

Enfin, l'Argile de Boom et les Argiles Yprésiennes présentent une stabilité hydrogéologique, géochimique et mécanique sur des périodes de temps géologiques, c'est-à-dire sur des millions d'années. Leurs composants sont restés inchangés depuis peu de temps après la mise en place des formations. Pendant toute cette période, les changements naturels (séismes, fluctuations du niveau de la mer, périodes glaciaires, etc.) n'ont pas affecté leurs propriétés favorables.

Description du système de dépôt

Les éléments directeurs sur lesquels se fonde l'ONDRAF pour concevoir un système de dépôt pour les déchets B&C dans une argile peu indurée qui soit capable d'assurer la sûreté opérationnelle et à long terme peuvent se synthétiser comme suit.

- *Sûreté à long terme* :
 - ▶ Le *confinement* des déchets de catégorie C doit être assuré par les barrières ouvragées (barrières artificielles) durant la période où les propriétés de la formation hôte pourraient être temporairement perturbées, en particulier à cause de l'augmentation de température qu'ils causent (phase thermique). Cette durée va de quelques centaines d'années pour les déchets vitrifiés à quelques milliers d'années pour les combustibles irradiés non retraités (moyennant refroidissement préalable en entreposage de surface durant 60 ans).
 - ▶ L'*isolation* du dépôt par rapport aux perturbations externes, comme des changements climatiques, des séismes ou des activités humaines, doit être assurée par la couche d'argile et son environnement géologique.
 - ▶ Le *retard* à la migration des radionucléides et des contaminants chimiques qui finiront par être relâchés des déchets et des barrières ouvragées est assuré principalement par leur piégeage dans l'argile.
 - ▶ La conception de l'installation de dépôt, y compris le choix des techniques et des matériaux, est faite de manière à *ne pas perturber indûment* l'argile, qui constitue la barrière la plus importante pour la sûreté à long terme.
- *Sûreté opérationnelle* :
 - ▶ Les barrières ouvragées doivent assurer un *blindage radiologique* des déchets durant toute la période opérationnelle (environ 100 ans) et ce, à partir du moment où les déchets conditionnés sont post-conditionnés, en surface, pour former des superconteneurs ou des monolithes (voir plus bas). Elles visent aussi à limiter les risques de contamination dans le dépôt.

L'installation de dépôt géologique envisagée pour les déchets B&C consiste en un réseau de galeries horizontales construit à mi-épaisseur de la couche d'argile, à une profondeur suffisante (Figure 3). Des puits donnent accès à une galerie principale, qui dessert les galeries de dépôt, de diamètre plus petit. Celles-ci sont réparties en plusieurs sections dédiées à des groupes de déchets de caractéristiques comparables (par exemple la chaleur qu'ils dégagent, leur composition chimique ou encore la nature de leur matrice de conditionnement).

Le système de barrières ouvragées envisagé pour les déchets de catégorie C est basé sur l'utilisation de superconteneurs destinés à assurer un confinement complet des radionucléides et des contaminants chimiques durant la phase thermique. Les déchets de catégorie B sont, pour des raisons de manutention, placés dans des caissons en béton et immobilisés dans du mortier de manière à former des monolithes. Tant les superconteneurs que les monolithes assurent un blindage radiologique pour les travailleurs pendant l'exploitation et la fermeture de l'installation de dépôt.

Une fois les déchets mis en place, les espaces vides dans les galeries de dépôt sont remblayés par des matériaux choisis pour leur aptitude à contribuer à la sûreté globale

du système. Toutes les galeries d'accès et tous les puits sont remblayés et scellés au terme des opérations souterraines, éventuellement après une période de contrôles *in situ*. Le système est alors dans un état passif.

Après fermeture, l'installation de dépôt géologique pourra être contrôlée à partir de la surface et les générations futures pourront prolonger les contrôles aussi longtemps qu'elles le souhaitent. Des contrôles seront du reste obligatoires en cas de mise en dépôt de combustibles irradiés, afin de prévenir les risques de prolifération nucléaire.

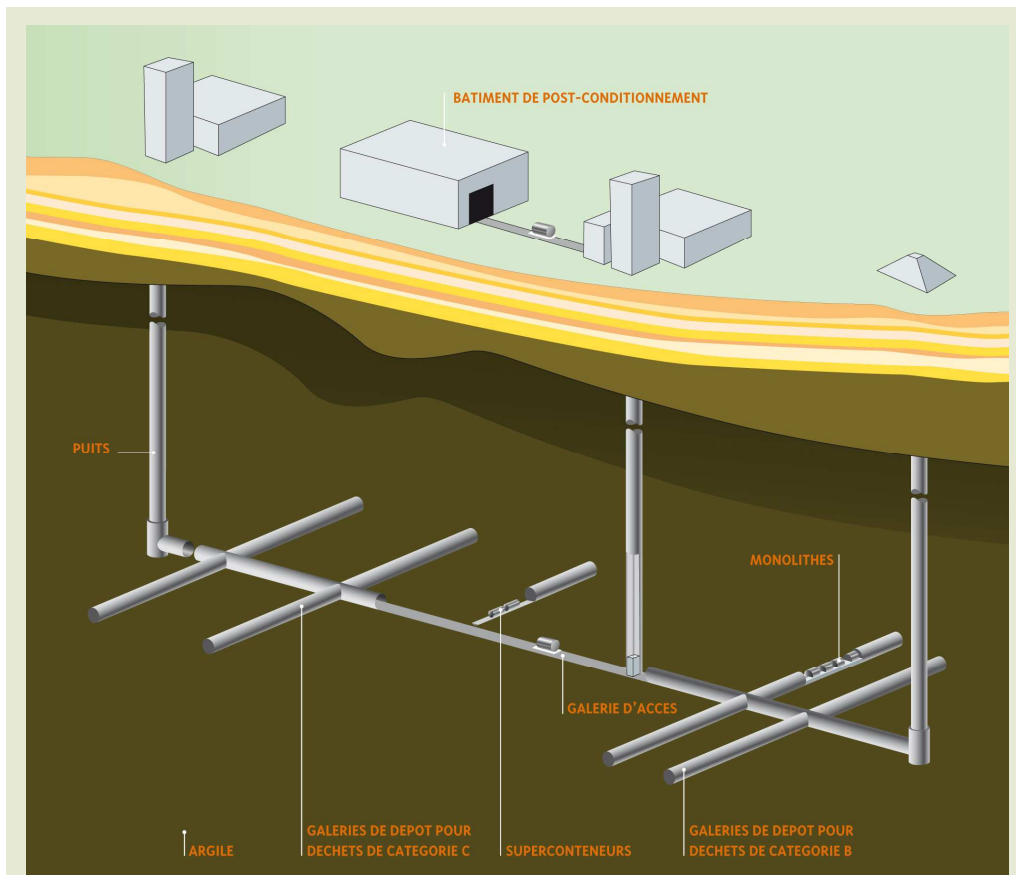


Figure 3 – Schéma indicatif de l'installation de dépôt géologique envisagée pour les déchets B&C et des installations de surface destinées à la fabrication des superconteneurs et des monolithes.

La solution du dépôt géologique dans une argile peu indurée est suffisamment flexible pour pouvoir s'adapter aux conditions complémentaires qui pourraient être imposées à sa réalisation, comme celles discutées à la section 4.3, et aux variations potentielles identifiées des volumes de déchets B&C à gérer (section 5.1).

L'estimation la plus récente du coût total non actualisé, marges pour aléas technologiques et de projet incluses, d'un dépôt géologique dans l'Argile de Boom à une profondeur d'environ 220 mètres, dans l'hypothèse d'un retraitement complet de tous les combustibles commerciaux, est d'environ 3 milliards EUR₂₀₀₈.

Evaluations de la sûreté à long terme

L'impact à long terme de l'installation de dépôt a été évalué à partir de la masse de connaissances et de l'expertise disponibles aux niveaux tant national qu'international. Les incertitudes relatives à l'évolution du système de dépôt ont été analysées via leur prise en compte raisonnée dans un éventail de scénarios. Ces scénarios sont le scénario de référence, qui décrit l'évolution attendue du système de dépôt, et ses variantes, un certain nombre d'autres scénarios d'évolution possibles mais moins probables (montée drastique du niveau de la mer, séismes, glaciation, rupture précoce des barrières ouvragées, ...), et des scénarios d'intrusion humaine.

Les principaux acquis en matière d'évaluation de la sûreté à long terme en conditions normales ont été obtenus pour un dépôt supposé construit au milieu de la couche d'Argile de Boom de 100 mètres d'épaisseur dans la région de Mol-Dessel. Ils sont basés sur des hypothèses prudentes, parfois même pessimistes, qui reviennent à introduire des marges significatives de sûreté dans les résultats obtenus. Ils peuvent se résumer comme suit.

- C'est l'Argile de Boom qui contribue le plus à la sûreté à long terme.
- Les barrières ouvragées ont une contribution réelle à la sûreté à long terme nettement supérieure à la contribution nécessaire.
- Le rôle des matrices de déchets est marginal pour la sûreté à long terme, sauf en ce qui concerne la matrice UO_2 des combustibles nucléaires.
- La dose maximale engendrée par le dépôt est inférieure d'au moins un facteur 10 à la limite réglementaire :
 - ▶ les principaux contributeurs à la dose sont les produits de fission non piégés par l'Argile de Boom (^{129}I , ^{36}Cl , ^{14}C , ...),
 - ▶ les actinides (U, Pu, Am, Cm et Np) ne contribuent que très faiblement à la dose,
 - ▶ la plupart des radionucléides décroissent à des activités négligeables durant leur séjour au sein des barrières ouvragées et leur transport à travers l'Argile de Boom.
- Les produits de fission les plus mobiles quittent l'Argile de Boom après des durées de l'ordre de quelques dizaines de milliers d'années ; les actinides quittent l'Argile de Boom après plusieurs centaines de milliers d'années. Dans les deux cas, les quantités sont minimes.
- La présence d'un dépôt géologique dans l'Argile de Boom n'a pas d'impact négatif sur les aquifères situés de part et d'autre de l'Argile de Boom et n'empêche pas leur exploitation en tant que source d'eau potable.

L'évaluation des autres scénarios d'évolution possibles et des scénarios d'intrusion humaine n'amène pas de conclusions fondamentalement différentes de celles relatives au scénario de référence.

De manière générale, les résultats des évaluations de la sûreté à long terme sont cohérents avec les résultats obtenus dans le cadre des autres programmes nationaux en matière de dépôt géologique, ce qui renforce la confiance que l'on peut avoir dans ces évaluations.

La présence de formations aquifères de part et d'autre de l'Argile de Boom et des Argiles Yprésiennes constitue un point d'attention particulier pour l'ONDRAF, tant du point de vue de leur protection radiologique et de la limitation des perturbations physico-chimiques (impact thermique, présence d'éléments chimio-toxiques, ...) que du point de vue du risque d'intrusion humaine.

Bien entendu, c'est à l'AFCN et aux autorités compétentes en matière de protection de l'environnement qu'il reviendra, dans le cadre de la procédure de demandes d'autorisations du dépôt géologique, de se prononcer sur le degré de sûreté et de protection assuré par le système de dépôt développé et d'autoriser sa réalisation.

Evaluations de la faisabilité

La construction du laboratoire souterrain de recherche HADES, et plus particulièrement la dernière phase d'extension, a montré qu'il est possible de réaliser de manière industrielle des puits et des galeries au sein de l'Argile de Boom à plus de 200 mètres de profondeur tout en limitant les perturbations géomécaniques de l'argile. Les expériences de démonstration à grande échelle ont par ailleurs confirmé la possibilité de différents types d'opérations, notamment le remblayage des galeries de dépôt, le scellement des puits et la manutention des superconteneurs et des monolithes en puits et en galerie selon des méthodes industrielles connues. Ces acquis ont été confirmés à l'étranger.

Evaluation par les pairs

Les acquis scientifiques et techniques relatifs à la mise en dépôt au sein d'une argile peu indurée, et en particulier 30 ans de RD&D dans le laboratoire souterrain HADES, ont été évalués à plusieurs reprises par des experts belges et étrangers. Leurs conclusions peuvent être résumées comme suit.

- Les acquis reposent sur des fondements scientifiques solides et ont atteint un degré de maturité suffisant pour permettre de se prononcer favorablement quant à la sûreté et la faisabilité de cette solution. Les études en cours dans d'autres pays confirment le potentiel des formations argileuses en matière de confinement des déchets mis en dépôt et de piégeage des radionucléides et des contaminants chimiques.
- Les incertitudes restantes sont systématiquement analysées et prises en compte dans les évaluations de sûreté et de faisabilité, lesquelles montrent que ces incertitudes ne sont pas de nature à remettre en question la sûreté et/ou la faisabilité de cette solution. La réduction des incertitudes est à la base des programmes de RD&D, en cours et futurs.

Le bien-fondé des travaux en matière de dépôt dans une argile peu indurée a par ailleurs été confirmé à plusieurs reprises par différentes commissions et groupes de travail belges chargés par des instances institutionnelles de se prononcer sur des problématiques incluant à des degrés divers la question de la gestion des déchets radioactifs.

Maturité de la solution technique et prise d'une décision de principe

Aucune des raisons qui pourraient inciter à postposer une décision de principe en faveur du dépôt géologique dans une argile peu indurée ne se justifie selon l'ONDRAF : cette solution est *suffisamment mûre, d'un point de vue technique, pour faire l'objet d'une décision de principe*, les incertitudes encore à lever n'étant pas considérées comme rédhibitoires. Par ailleurs, prendre maintenant une telle décision n'exclut pas de poursuivre la RD&D afin de développer la solution de dépôt géologique et de préparer sa réalisation. Au contraire, ceci est indispensable et prévu : la poursuite de la RD&D permettra de confirmer et d'affiner progressivement les acquis, de manière à augmenter les marges de sûreté et à réduire les incertitudes restantes, ainsi qu'à optimiser le système de dépôt. La protection des aquifères situés de part et d'autre de l'Argile de Boom et des Argiles Yprésiennes en constituera un des points focaux. Prendre maintenant une décision de principe en faveur du dépôt géologique dans une argile peu indurée n'exclut pas davantage de suivre les évolutions relatives à des pistes de gestion examinées dans le Plan Déchets mais non retenues. Dans son avis relatif au projet de Plan Déchets et au SEA, l'AFCN confirme du reste qu'un entreposage en surface, « *que ce soit en attendant la mise au point de nouvelles techniques ou pour une durée de plusieurs siècles* », ne peut se justifier.

Un choix en faveur de la solution du dépôt géologique dans une argile peu indurée pour la gestion à long terme des déchets B&C restreint de fait la zone du territoire belge où un dépôt pourrait être implanté au nord-est et à la partie extrême nord de l'ouest de la Belgique. Un tel choix n'entraîne toutefois pas le choix immédiat d'un site d'implantation.

4.1.3 Dans une installation unique

Les déchets de catégorie B et les déchets de catégorie C doivent, selon l'ONDRAF, être gérés à long terme dans le cadre d'une solution de gestion — le dépôt géologique — qui, d'une part, leur est commune, car le risque qu'ils présentent à long terme s'étend sur des échelles de temps comparables, soit plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années, et, d'autre part, est réalisée sur un seul site, car leurs volumes respectifs sont tels que des installations distinctes ne peuvent raisonnablement être envisagées d'un point de vue économique. Le dépôt géologique sera toutefois conçu et exploité de manière telle que des déchets de caractéristiques différentes seront placés dans des sections distinctes du dépôt et de façon séquentielle.

4.1.4 Située sur le territoire belge

L'ONDRAF estime que les déchets B&C (comme du reste les autres déchets dont il a la charge) doivent être gérés dans un cadre national, donc sur le territoire belge. Dans la mesure où la Belgique a fait le choix dans les années soixante de recourir à l'énergie nucléaire pour la production d'une part importante de son électricité et que le cycle du combustible nucléaire dans son ensemble est à l'origine de la production de la majeure partie des déchets radioactifs belges, c'est en effet à la Belgique qu'il revient d'assurer la gestion de ses déchets radioactifs, ceci quelle que soit sa politique énergétique future. Cette position s'inscrit dans la ligne des recommandations et réglementations en vigueur au niveau international, qui mettent en avant la responsabilité nationale des Etats en matière de gestion de leurs déchets radioactifs.

4.1.5 Dans les meilleurs délais

La mise en dépôt géologique devrait pouvoir débuter dans les meilleurs délais, compte tenu des contraintes scientifiques, techniques, sociétales et réglementaires à prendre en compte. En d'autres termes, le rythme de développement et de réalisation de la solution de dépôt devra être proportionné à sa maturité scientifique et technique ainsi qu'à son assise sociétale : il faudra maintenir la dynamique du programme sans toutefois brûler des étapes.

Une mise en dépôt géologique dans les meilleurs délais vise à

- permettre à l'ONDRAF de disposer d'un système de gestion complet pour les déchets B&C, pouvant être organisé de façon optimale, et ainsi d'assurer sa mission dans son intégralité ;
- permettre à l'ONDRAF d'évaluer le coût réel de la mise en dépôt et ainsi lui permettre d'appliquer le principe du *pollueur payeur* sur une base concrète ;
- assurer le maintien de l'expertise et du savoir-faire au niveau national, en particulier en matière de connaissance des déchets, de RD&D et d'évaluation des performances du système de dépôt, facteur qui contribue de façon essentielle à la sûreté ;
- minimiser les charges transférées aux générations futures et éviter de prolonger la situation d'incertitude dans laquelle se trouvent les communes sur le territoire desquelles les déchets sont actuellement entreposés à titre provisoire, mais pour une durée indéterminée.

Etant donné que le développement et la réalisation d'une solution globale de mise en dépôt géologique intègrent des aspects scientifiques, techniques, décisionnels et sociétaux, l'échéancier du programme de développement et de réalisation ne peut être établi a priori mais sera au contraire déterminé progressivement par un ensemble de facteurs (évolution et résultats de la RD&D, établissement et maintien d'une assise sociétale, processus de choix d'un site, teneur des décisions prises au fil du processus décisionnel, ...).

D'un point de vue strictement technique et volontariste, et dans l'état actuel des connaissances, la mise en dépôt géologique des premiers déchets, qui seront des déchets de catégorie B, n'est a priori pas envisageable avant 2035-2040 : une quinzaine d'années au minimum sera encore nécessaire pour mettre en place des processus participatifs, pour préciser, confirmer et optimiser la solution préconisée au moyen de travaux de RD&D, pour conforter son assise sociétale, notamment via le processus de choix d'un site d'implantation, et ensuite pour préparer les demandes d'autorisations, les introduire puis obtenir les autorisations nécessaires, en particulier l'autorisation nucléaire dite « de création et d'exploitation » qui sera nécessaire pour entamer la construction de l'installation de dépôt. Environ quinze ans seraient nécessaires pour cette construction.

4.2 Processus décisionnel

Le développement et la réalisation de la solution technique préconisée s'inscrivent dans le cadre d'un processus décisionnel qui intègre les aspects techniques et sociétaux.

L'ONDRAF souhaite que ce processus progresse par étapes, qu'il soit adaptable, participatif et transparent et qu'il assure la continuité. Il s'étalera sur une période de l'ordre d'une centaine d'années à compter de la prise d'une décision de principe, car des décisions devront être prises au moins jusqu'à la fermeture de l'installation de dépôt.

L'ONDRAF a développé une première ébauche de processus décisionnel qui constitue une base de discussion à enrichir et affiner, voire à modifier, via une concertation avec l'ensemble des parties prenantes. Cette concertation, que l'ONDRAF entend débiter sans tarder, commencera avec l'identification des parties prenantes au processus décisionnel. Elle doit permettre de répondre aux questions de savoir qui décidera quoi, quand, sur quelles bases et selon quelles modalités. A l'exception des dispositions de la loi du 13 février 2006, il n'existe en effet pas, actuellement, de système normatif précisant comment franchir les étapes qui séparent une décision de principe en matière de gestion à long terme de déchets radioactifs de la demande de l'autorisation nucléaire indispensable pour pouvoir réaliser la solution de gestion choisie. L'identification des décisions clés à prendre, des parties impliquées lors des différentes étapes du processus décisionnel, des rôles et responsabilités respectifs ou encore par exemple des supports documentaires à établir représente un défi considérable. La concertation, dont le financement doit aussi être organisé, permettra d'amorcer l'ancrage d'une dynamique participative dans le programme B&C, qui a largement ignoré cette dimension jusqu'il y a quelques années.

Le processus décisionnel devrait être repris dans le système normatif à établir, qui devra fournir un cadre suffisamment stable et bien balisé à l'ONDRAF et à l'ensemble des acteurs avec lesquels il sera amené à collaborer pour permettre le développement et la réalisation de la solution technique préconisée.

Le système normatif à établir devrait inclure la création d'un organe de suivi indépendant chargé de garantir que le processus décisionnel progresse par étapes complètement documentées, qu'il est adaptable, participatif et transparent, et qu'il assure la continuité et l'intégration des aspects sociétaux et techniques.

4.3 Conditions issues des consultations

L'ONDRAF estime que le développement et la réalisation de la solution technique qu'il préconise devront satisfaire, en sus des normes et réglementations applicables, à des conditions issues des consultations effectuées. Ces conditions découlent de préoccupations largement partagées par le public et de préoccupations des instances officielles consultées. Certaines sont liées au développement et à la réalisation d'une solution pour la gestion à long terme des déchets radioactifs et ont été transposées par l'ONDRAF au cas spécifique d'un dépôt géologique (section 4.3.1), tandis que d'autres portent sur la nécessité de suivre les évolutions relatives à des pistes de gestion examinées dans le Plan Déchets mais non retenues (section 4.3.2).

D'autres préoccupations sociétales, et en particulier la nécessité d'un suivi indépendant du processus décisionnel, ont été intégrées dans la solution technique et/ou le processus décisionnel ébauché par l'ONDRAF (section 4.2).

4.3.1 Conditions relatives au développement et à la réalisation de la solution technique préconisée

De manière générale, le public, qu'il soit ou non favorable à une solution de type « dépôt géologique », estime que les déchets radioactifs doivent pouvoir être retirés de l'installation dans laquelle ils se trouvent, que le bon fonctionnement et la sûreté de cette installation doivent pouvoir être contrôlés et que les connaissances relatives tant aux déchets qu'à l'installation doivent être transférées de génération en génération.

L'ONDRAF entend prendre ces demandes en compte pour le développement et la réalisation de la solution de dépôt géologique qu'il préconise. *Leur portée exacte devra être précisée en concertation avec l'ensemble des parties prenantes, compte tenu de la nécessité de satisfaire aux impératifs de sûreté et de faisabilité technique et financière.*

Ainsi, l'ONDRAF s'engage à

- assurer la réversibilité en exploitation du dépôt et à examiner les dispositions qui pourraient faciliter la récupération éventuelle des déchets après fermeture partielle ou complète du dépôt durant une période encore à définir. Le renforcement de la récupérabilité dans la conception et la réalisation d'un dépôt ne peut toutefois se faire au détriment de la sûreté radiologique, de la sécurité physique et des mesures de non-prolifération des matières nucléaires (*safeguards*) ; il pourrait avoir un impact sur le coût du dépôt ;
- maintenir les contrôles du bon fonctionnement du système de dépôt qui viendront en sus des contrôles réglementaires pendant une période à convenir avec les parties prenantes. Ces contrôles ne pourront toutefois se faire au prix de perturbations du système, et donc de son bon fonctionnement ;
- préparer au mieux le transfert aux générations futures des connaissances relatives au dépôt et aux déchets qu'il contient. Ce transfert pourra s'organiser aux niveaux tant national qu'international, notamment via les rapports à fournir dans le cadre d'obligations internationales. Il appartiendra toutefois à chaque génération de décider des connaissances et moyens qu'elle veut transmettre à la génération suivante.

4.3.2 Conditions de suivi

Parallèlement au développement et à la réalisation de la solution de dépôt géologique qu'il préconise, l'ONDRAF continuera à suivre les évolutions relatives à des pistes de gestion examinées dans le Plan Déchets mais non retenues. Ainsi, il continuera à

- suivre l'évolution des connaissances relatives aux formations schisteuses en tant que telles et en tant que formations hôtes potentielles, de manière à disposer d'une solution de repli sur le territoire belge si les argiles peu indurées devaient finalement être rejetées ;
- suivre l'évolution des connaissances relatives à la mise en forages profonds, de manière à disposer le cas échéant d'une solution pour la gestion à long terme de quantités très limitées de déchets dont on souhaiterait rendre la récupération particulièrement difficile ;

- suivre, via les instances internationales, les évolutions en matière de développement de dépôts géologiques partagés par plusieurs pays de l'Union européenne, afin d'appréhender les politiques en la matière et leurs impacts éventuels sur le programme belge ;
- suivre les développements nationaux et internationaux relatifs aux technologies nucléaires avancées, bien que ces technologies n'apporteront aucune contribution à la gestion à long terme des déchets conditionnés existants et prévus. Ce suivi se justifie du fait que, d'une part, la politique de gestion des combustibles commerciaux irradiés du parc nucléaire actuel n'est pas encore connue et, d'autre part, les installations de recherche dédiées aux technologies nucléaires avancées produiront elles-mêmes des déchets qui devront être gérés à long terme.

5 Propositions et recommandations relatives à des questions connexes dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF

Différentes questions dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF ont ou auront un impact sur ses activités de gestion. Elles peuvent être réparties en deux groupes : celles qui touchent à la gestion à long terme des déchets B&C et celles qui portent sur le développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires. Elles font l'objet de différentes propositions et recommandations.

5.1 Gestion à long terme des déchets B&C

Afin d'être en mesure de mener à bien sa mission de gestion des déchets B&C, l'ONDRAF ne doit pas seulement avoir confirmation de la solution qu'il préconise pour leur gestion à long terme, mais il doit aussi

- disposer d'un cadre réglementaire suffisamment clair et complet relatif à la mise en dépôt géologique des déchets B&C ;
- être en mesure d'anticiper en temps utile les variations éventuelles dans les volumes et types de déchets B&C à mettre en dépôt géologique.

Ces points ne sont pas de son seul ressort.

Par conséquent,

- *concernant le cadre réglementaire spécifique à la mise en dépôt géologique des déchets B&C,*
 - ▶ l'ONDRAF souhaite que ce cadre, actuellement en cours de développement par l'AFCN, soit disponible dans les meilleurs délais ;
- *concernant la possibilité d'anticiper en temps utile les variations éventuelles dans les volumes et types de déchets B&C à mettre en dépôt géologique,*
 - ▶ l'ONDRAF recommande que soit clarifié le statut (ressource ou déchet) des combustibles nucléaires irradiés des réacteurs commerciaux ;
 - ▶ l'ONDRAF recommande que soit clarifié le statut (ressource ou déchet) des matières fissiles enrichies et des matières plutonifères hors combustibles détenues par certains exploitants ;

- ▶ L'ONDRAF recommande que son avis soit sollicité en temps opportun par les autorités compétentes dans tout dossier dans le cadre duquel doivent être prises des décisions susceptibles d'avoir un impact significatif sur la gestion des déchets radioactifs (par exemple, recours au retraitement des combustibles irradiés, augmentation du taux de combustion des combustibles, conception d'une nouvelle installation nucléaire majeure, assainissement d'un site présentant une pollution radioactive).

L'absence de cadre réglementaire spécifique à la mise en dépôt géologique des déchets B&C et les incertitudes relatives aux variations éventuelles dans les volumes et types de déchets B&C à mettre en dépôt géologique ne remettent toutefois pas en cause la nécessité d'une décision de principe et la possibilité de prendre cette décision.

5.2 Développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires, en particulier pour les déchets radifères

L'ONDRAF devant assurer la gestion à long terme de l'ensemble des déchets radioactifs présents en Belgique, il entend se préparer à différentes problématiques concernant des substances qui n'ont actuellement pas le statut de déchets radioactifs mais qui pourraient acquérir ce statut ultérieurement, ces problématiques étant liées à des situations existantes qui ont fait ou sont susceptibles de faire l'objet d'une décision d'assainissement radiologique par l'AFCN. De même, il entend se préparer à la problématique de la gestion à long terme de déchets radioactifs contenus dans des installations autorisées d'entreposage provisoire qui n'ont pas encore fait l'objet d'une demande de prise en charge par l'ONDRAF. Ces différentes problématiques concernent essentiellement des déchets radifères et des déchets de certains secteurs de l'industrie non nucléaire — notamment l'industrie des phosphates et l'industrie cimentière — qui mettent en jeu des matières premières naturellement radioactives sans que le caractère radioactif soit une propriété recherchée de ces substances (déchets dits « NORM » et « TENORM »).

La gestion à long terme des déchets radioactifs qui seront issus d'assainissements futurs et des déchets radioactifs contenus dans les installations autorisées d'entreposage provisoire amènera l'ONDRAF à développer un ou plusieurs systèmes de gestion complémentaires au système existant. Ces déchets ont en effet en commun d'être des déchets de longue durée de vie majoritairement de très faible et faible activité, répartis sur de nombreux sites, et de représenter des volumes potentiellement considérables.

Concrètement, l'ONDRAF établira dans les années qui viennent un plan dédié à la gestion à long terme des déchets radifères présents sur le site d'Umicore à Olen et dans ses alentours ainsi que des déchets radifères qu'il a déjà en entreposage. Ce plan visera à proposer une politique de gestion à long terme pour ces déchets, qui créera le cadre nécessaire pour leur gestion optimale, compte tenu de leurs spécificités. Pour être en mesure de le développer complètement, l'ONDRAF devra toutefois être informé par l'AFCN des principes généraux à appliquer pour la gestion à long terme des déchets radifères et connaître en temps utile sa position quant à la nécessité, ou pas, d'assainir les différentes décharges et terrains d'Olen pour lesquels la question est actuellement pendante.

Par ailleurs, si l'AFCN juge que certaines autres situations (situations relatives à la problématique NORM et TENORM ou à la présence de pollutions radioactives diffuses anciennes sur certains terrains) doivent faire l'objet d'un assainissement radiologique, l'ONDRAF examinera la question de ces assainissements en concertation avec l'AFCN, le cas échéant dans le cadre d'un nouveau plan de gestion.

La perspective d'un plan dédié à la gestion à long terme des déchets radifères et, le cas échéant, d'un ou de plans ultérieurs ne remet pas en question les considérations et conclusions relatives aux déchets de catégorie B et aux déchets de catégorie C développées dans le présent Plan Déchets : ces déchets existants et prévus peuvent être gérés à long terme dans le cadre de la solution globale préconisée par l'ONDRAF.

6 Mise en œuvre du Plan Déchets

Le démarrage de la mise en œuvre du Plan Déchets, adopté par le conseil d'administration de l'ONDRAF en date du 23 septembre 2011, doit être validé par une décision de principe du gouvernement fédéral fixant une politique claire en matière de gestion à long terme des déchets B&C. Cette mise en œuvre comprendra une série d'actions permettant de réaliser la solution de gestion à long terme retenue, comme le choix d'une formation hôte, le choix de zones potentielles d'implantation, la formalisation de processus et de structures de concertation sociétale, le choix d'un ou de plusieurs sites d'implantation, l'intégration locale de la solution ou encore les demandes d'autorisations. Le développement progressif de cette politique de gestion nécessitera la mise en place d'un système normatif adapté qui fait actuellement défaut.

7 Lien avec la directive européenne « Déchets » du 19 juillet 2011

La solution globale préconisée dans le Plan Déchets pour la gestion à long terme des déchets B&C, si elle est validée par une décision de principe, contribuera à répondre à plusieurs des impositions de la directive européenne « Déchets » du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour une gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs. Cette solution est en effet cohérente avec les principes de la directive, en particulier la responsabilité nationale de la gestion, le fait de faire reposer la sûreté à long terme de la gestion sur une installation qui assure la sûreté de façon passive, le principe du *pollueur payeur*, le principe d'équité inter-générationnelle, qui impose aux générations actuelles d'éviter de transférer des charges indues aux générations futures, et l'établissement d'un processus décisionnel documenté et participatif. Elle correspond à la solution considérée dans la directive comme « *la plus sûre et la plus durable en tant qu'étape finale de la gestion des déchets de haute activité et du combustible usé considéré comme déchet* ».

Le Plan Déchets en tant que tel constitue, lui, un acte préparatoire pour le premier programme national belge, qui devra être notifié à la Commission pour le 23 août 2015 au plus tard et devra couvrir toutes les étapes de la gestion des combustibles irradiés et des déchets radioactifs.

Table des matières

Partie 1	Contexte et portée du Plan Déchets	1
1	Le Plan Déchets en quelques mots	3
1.1	Motivation et objectifs du Plan Déchets	4
1.2	Elaboration du Plan Déchets	7
1.2.1	Consultation sociétale sur l'initiative de l'ONDRAF	11
1.2.2	Procédure légale de consultation	12
1.2.3	Transmission à la tutelle	15
1.3	Structure du Plan Déchets	15
2	L'ONDRAF	17
2.1	Mission légale de gestion des déchets radioactifs	17
2.2	Fonctionnement	19
3	Portée du système de gestion des déchets radioactifs de l'ONDRAF	23
3.1	Conditions pour qu'une substance doive être gérée par l'ONDRAF	23
3.1.1	Etre un déchet radioactif	23
3.1.2	Etre présente sur le territoire belge ou se trouver à l'étranger tout en étant d'origine belge	24
3.1.3	Avoir fait (ou être susceptible de faire) l'objet d'une demande de prise en charge	25
3.2	Portée du système de gestion	25
3.2.1	Substances qui se trouvent dans le système de gestion ou y entreront	25
3.2.2	Substances susceptibles d'entrer à terme dans le système de gestion	32
3.2.3	Substances exclues du système de gestion	36
3.2.4	Synthèse	37
4	La gestion des déchets radioactifs et son financement	39
4.1	Cadre légal et réglementaire	39
4.1.1	Conventions et traités internationaux et directives européennes	40
4.1.2	Cadre légal et réglementaire belge	41
4.1.3	Principes et standards recommandés au niveau international	41
4.2	Description du système de gestion	43
4.2.1	Gestion à court terme	44
4.2.2	Gestion à moyen terme	46
4.2.3	Gestion à long terme	48

4.2.4	Acceptation (ou assurance et contrôle de la qualité)	52
4.3	Inventaire technique des déchets radioactifs conditionnés	56
4.3.1	Estimation 2009 des volumes de déchets conditionnés	58
4.3.2	Questions connexes relatives à l'estimation 2009	60
4.4	Financement du système de gestion	61
4.4.1	Activités de gestion à court terme	61
4.4.2	Activités de RD&D et activités de type « processus participatif sociétal »	62
4.4.3	Activités de gestion à moyen et long termes	62
5	Portée du Plan Déchets et nécessité d'une décision de principe à brève échéance pour la gestion à long terme des déchets B&C	67
5.1	Portée du Plan Déchets	67
5.2	Nécessité d'une décision de principe à brève échéance pour les déchets B&C	69
5.2.1	Existence de recommandations internationales relatives à la nécessité d'une politique de gestion des déchets radioactifs	71
5.2.2	Existence de documents de niveau fédéral renvoyant à la nécessité d'une décision de principe	73
5.2.3	Arguments de bonne gestion et arguments d'équité associés	75
5.2.4	Volonté de l'opinion publique que la gestion des déchets radioactifs ne soit pas reportée sur les générations futures	82
Partie 2	Description, évaluation et comparaison des options envisageables pour la gestion à long terme des déchets B&C et solution préconisée par l'ONDRAF	83
6	Bref descriptif des options de gestion considérées	85
6.1	Options à vocation définitive	86
6.1.1	Option de gestion active	87
6.1.2	Options de gestion assurant la sûreté de façon passive	88
6.2	Options à vocation non définitive	92
6.3	Option du statu quo (ou option zéro)	93
7	Evaluation et comparaison des options	95
7.1	Méthodologie d'évaluation suivie dans le SEA	95
7.2	Evaluation globale intégrée de l'ONDRAF	98
7.2.1	Les options qui ne peuvent être retenues	98
7.2.2	Le choix stratégique	101

8	La mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) comme solution technique de gestion à long terme préconisée par l'ONDRAF	121
8.1	Mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes)	121
8.1.1	Un programme en développement par étapes progressives depuis 1974 : repères chronologiques scientifiques et institutionnels	122
8.1.2	Description du système de dépôt dans une argile peu indurée	131
8.1.3	Conditions au développement et à la réalisation d'un dépôt géologique	134
8.1.4	Principaux acquis scientifiques et techniques du programme de RD&D relatif au dépôt dans l'Argile de Boom	140
8.1.5	Les Argiles Yprésiennes comparées à l'Argile de Boom	148
8.1.6	Principales activités futures de RD&D en vue du développement et de la réalisation progressive d'une installation de dépôt géologique	149
8.1.7	Coût de la RD&D	153
8.2	Dans une installation unique	153
8.3	Sur le territoire belge	154
8.4	Dans les meilleurs délais	155
9	Développer et réaliser le dépôt géologique dans le cadre d'un processus décisionnel intégrateur	157
9.1	Lignes de force du processus décisionnel	159
9.1.1	Progresser par étapes	160
9.1.2	Etre participatif	161
9.1.3	Etre adaptable	163
9.1.4	Etre transparent et crédible	164
9.1.5	Assurer la continuité, y compris la continuité des connaissances	165
9.2	Ebauche de processus décisionnel de référence accompagnant la réalisation progressive de la solution préconisée	165
9.2.1	Vers l'obtention d'un feu vert au lancement du processus de <i>siting</i>	168
9.2.2	Vers l'obtention d'un feu vert au développement d'un ou plusieurs avant-projets intégrés de dépôt	169
9.2.3	Vers le choix du futur site de dépôt et l'obtention du feu vert au passage en phase de projet	170
9.2.4	Vers l'octroi des autorisations et permis requis pour entamer la phase de construction	171
9.2.5	Vers l'octroi des procès-verbaux de réception et autorisations suivants	172
9.3	Développement d'un système normatif	173
9.4	Ancrage d'une dynamique participative dans le programme B&C	173

Partie 3	Questions connexes dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF	175
10	Questions connexes susceptibles d'avoir un impact sur le système de gestion de l'ONDRAF, en particulier sur la gestion à long terme des déchets B&C	177
10.1	Cadre légal et réglementaire relatif à la gestion à long terme	178
10.2	Modifications potentielles identifiées de l'inventaire technique des déchets conditionnés	178
10.2.1	Statut des combustibles irradiés et recours au retraitement	179
10.2.2	Politique future de la Belgique en matière de production d'électricité	183
10.2.3	Transfert éventuel de déchets de la catégorie A à la catégorie B	184
10.2.4	Statut des matières fissiles enrichies et des matières plutonifères	185
10.2.5	Modifications éventuelles de l'inventaire en déchets radifères de la catégorie B	186
11	Questions connexes liées au développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires	187
11.1	Déchets radifères	188
11.1.1	Site d'Umicore à Olen et alentours	188
11.1.2	Sites de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess	191
11.1.3	Plan consacré à la gestion à long terme des déchets radifères	191
11.2	Déchets radioactifs d'assainissements liés aux activités professionnelles qui pourraient être décidés par l'AFCN	192
11.3	Déchets radioactifs d'assainissements de terrains présentant une pollution radioactive diffuse ancienne qui pourraient être décidés par l'AFCN	193
11.4	Addition au cadre légal et réglementaire existant	194
Partie 4	Conclusions et recommandations	195
12	Conclusions et recommandations	197
12.1	La solution préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C	198
12.1.1	Solution technique pour la gestion à long terme des déchets B&C	198
12.1.2	Processus décisionnel	202
12.1.3	Conditions issues des consultations	202
12.2	Propositions et recommandations relatives à des questions dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF	204
12.2.1	Gestion à long terme des déchets B&C	204
12.2.2	Développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires, en particulier pour les déchets radifères	205

Annexes	207	
A1	Origines et caractéristiques des déchets B&C	209
A2	Contribution du Plan Déchets au respect des impositions de la directive « Déchets »	213
A3	Définitions issues du cadre légal et réglementaire belge	217
A4	Acronymes	219
Références	221	

1

Partie 1

Contexte et portée du Plan Déchets



1 Le Plan Déchets en quelques mots

En Belgique, la gestion des déchets radioactifs* ¹ a été confiée par le législateur à un organisme public doté de la personnalité juridique créé à cette fin en 1980 : l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies ou ONDRAF ([1, 2] tels que modifiés, principalement par [3, 4, 5, 6]). Cette gestion doit assurer la protection de l'homme et de l'environnement contre les risques que présentent les déchets et elle comporte donc une importante composante de gestion à long terme. En effet, les déchets conditionnés de faible et moyenne activité et de courte durée de vie, dits de catégorie A, présentent un risque pour l'homme et l'environnement durant plusieurs centaines d'années. Les autres déchets conditionnés gérés par l'ONDRAF, les déchets conditionnés des catégories B et C, aussi appelés déchets B&C, ont ceci en commun qu'ils contiennent des quantités de radionucléides de longue durée de vie telles qu'ils présentent un risque durant plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années. Ce sont des déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie.

La gestion à long terme des déchets radioactifs est une compétence exclusive de l'ONDRAF. D'après le cadre légal, cette gestion à long terme doit être telle que les déchets placés dans l'installation de gestion à long terme le soient sans qu'il y ait intention de les récupérer : en d'autres termes, elle doit apporter une solution à *vocation définitive* (article 1 de l'arrêté royal du 30 mars 1981 [2]). L'absence d'intention de récupérer les déchets ne signifie toutefois pas nécessairement qu'il y ait impossibilité de les récupérer ou qu'il y ait impossibilité de contrôles.

Contrairement à la situation qui prévaut pour les déchets de catégorie A (section 4.2.3), il n'y a pas encore de politique institutionnelle validée en Belgique en matière de gestion à long terme des déchets B&C. L'intérêt et la qualité des travaux de recherche, développement et démonstration (RD&D) en la matière, initiés en 1974 par le Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SCK•CEN) et transférés sous la responsabilité de l'ONDRAF une dizaine d'années plus tard, ont été confirmés à plusieurs reprises à partir de 1976 par différentes commissions et groupes de travail chargés par des instances institutionnelles de se prononcer sur les études en cours en matière de gestion à long terme des déchets B&C ou sur des questions de politique énergétique, sans toutefois

¹ Les mots marqués d'un astérisque sont définis dans le cadre légal et réglementaire belge et sont regroupés dans un glossaire à la fin du Plan Déchets. Ils sont également repris, de même que certains autres termes, dans des encadrés en marge du texte la première fois qu'ils apparaissent. Les quelques incohérences actuelles dans la terminologie utilisée dans le cadre légal et réglementaire font l'objet de concertations.

Déchets radioactifs : « toute matière pour laquelle aucune utilisation n'est prévue et qui contient des radionucléides en concentration supérieure aux valeurs que les autorités compétentes considèrent comme admissibles dans des matériaux propres à une utilisation ou au rejet sans contrôle » (AR du 30 mars 1981, article 1)

Activité : désigne le rythme auquel se produisent les transformations dans une matière radioactive

Durée de vie :
désigne le temps nécessaire pour que l'activité d'un radionucléide soit réduite de moitié par un processus de décroissance radioactive

Combustible irradié : « matières fissiles ou plutonifères contenues dans une structure permettant leur utilisation dans un réacteur, après leur déchargement définitif du réacteur » (AR du 30 mars 1981, article 1)

Quantités excédentaires :
« quantités de matières fissiles enrichies, de matières plutonifères ou de combustible neuf ou irradié pour lesquelles aucune utilisation ou transformation ultérieure n'est prévue par le producteur ou l'exploitant » (AR du 30 mars 1981, article 1)

que l'orientation prise — *la mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée* (soit, pour la Belgique, l'Argile de Boom ou les Argiles Yprésiennes) — soit confirmée ou infirmée de façon *formelle* au niveau fédéral (section 8.1.1). Une politique institutionnelle de gestion à long terme est toutefois indispensable à plus d'un titre, en particulier pour permettre à l'ONDRAF d'optimiser différents aspects de son système de gestion à court et moyen termes et, plus largement, lui permettre de mener à bien les différents volets de sa mission de service public, pour éviter d'imposer plus longtemps aux communes où ces déchets sont actuellement entreposés à titre provisoire l'incertitude actuelle quant à la durée de cet entreposage et pour éviter de reporter la responsabilité de la gestion, y compris l'ensemble des charges associées, sur les générations futures.

1.1 Motivation et objectifs du Plan Déchets

Dans la mesure où

- l'ONDRAF est légalement tenu d'avoir un programme général de gestion à long terme des déchets radioactifs (article 2, § 3, 1. c, de l'arrêté royal du 30 mars 1981 [2]) ;
- la loi du 2 août 2002 [7], qui transpose la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, faite à Vienne en 1997 [8], impose à la Belgique d'avoir une politique pour la gestion à long terme de ses déchets radioactifs ;
- la directive européenne 2001/42/CE du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement [9] introduit la notion juridique de plans et de programmes élaborés en vue de leur adoption par le parlement ou par le gouvernement ;
- il n'y a pas encore en Belgique de politique institutionnelle en matière de gestion à long terme des déchets B&C ;
- une politique de gestion à long terme des déchets B&C est *indispensable* (section 5.2) ;
- le programme de RD&D de l'ONDRAF en matière de gestion à long terme des déchets B&C, qui s'inscrit dans la ligne des recommandations internationales en la matière, a atteint un stade de maturité technique avancé (chapitre 8) [10], qui rend *possible* une décision de politique générale en la matière ;
- l'ONDRAF a été chargé en 2004 par sa tutelle, notamment, de préparer et d'engager un dialogue sociétal à tous les niveaux concernant la gestion à long terme des déchets B&C et d'évaluer toutes les stratégies possibles pour cette gestion en vue de permettre de décider de la solution de gestion à réaliser [11] ;
- 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 » [12] fait le lien entre l'obligation faite à l'ONDRAF d'avoir un programme général de gestion à long terme des déchets radioactifs et
 - ▶ la directive européenne 2001/42/CE, en imposant que ce programme général fasse l'objet d'une évaluation de ses incidences sur l'environnement et que le rapport d'incidences environnementales (*strategic environmental*

assessment ou SEA) comporte également une évaluation des incidences probables des « solutions de substitution raisonnables » ;

- ▶ la directive européenne 2003/35/CE prévoyant la participation du public lors de l'élaboration de certains plans et programmes relatifs à l'environnement [13] ;

L'ONDRAF a pris l'initiative de rassembler dans un seul document, qu'il appelle *Plan Déchets*, tous les éléments nécessaires pour permettre au gouvernement de prendre en connaissance de cause une *décision de principe*, autrement dit une décision de *politique générale* ou *d'orientation générale*, en matière de gestion à long terme des déchets B&C, y compris les combustibles nucléaires irradiés* non retraités déclarés (ou susceptibles de l'être) comme déchets ainsi que les quantités excédentaires* de matières fissiles enrichies* et de matières plutonifères* déclarées (ou susceptibles de l'être) comme déchets.

Dans la suite du texte, l'expression « déchets B&C » doit être comprise comme désignant également les combustibles nucléaires irradiés non retraités déclarés (ou susceptibles de l'être) comme déchets ainsi que les quantités excédentaires de matières fissiles enrichies et de matières plutonifères déclarées (ou susceptibles de l'être) comme déchets.

Le Plan Déchets est donc focalisé sur la gestion à long terme des déchets B&C, ne considérant que les déchets existants et dont la production est prévue, principalement dans le cadre du programme électronucléaire actuel. (Il n'envisage donc pas la gestion à long terme des déchets qui seraient issus de l'exploitation de nouveaux réacteurs.) Le Plan Déchets mentionne la gestion à long terme des déchets de catégorie A pour mémoire, car la solution de gestion à réaliser pour ces déchets — un dépôt en surface sur le territoire de la commune de Dessel — a été fixée par une décision du Conseil des ministres le 23 juin 2006 [14]. Enfin, le Plan Déchets ne propose pas de stratégie pour la gestion à long terme des déchets radioactifs issus des assainissements passés et futurs, dans la mesure où pour les situations où une décision d'assainissement a été prise par l'autorité de sûreté (Agence fédérale de Contrôle nucléaire ou AFCN), l'ONDRAF et l'AFCN et des instances de niveau régional doivent encore développer une vision commune quant à la gestion à long terme des déchets radioactifs qui résulteront de ces assainissements et où, pour les autres situations susceptibles de nécessiter un assainissement, c'est à l'AFCN de se prononcer sur la nécessité de cet assainissement. Toutefois, le Plan Déchets identifie une série de questions connexes (y compris des questions relatives aux assainissements) dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF mais est susceptible d'avoir une influence sur ses activités, et en particulier sur la gestion à long terme des déchets B&C. Elles ne remettent ceci dit pas en question le besoin d'une décision de principe à brève échéance et n'ont pas d'impact sur la solution de gestion préconisée par l'ONDRAF pour les déchets B&C, à savoir *la mise en dépôt géologique au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) dans une installation unique (c'est-à-dire commune à l'ensemble des déchets B&C et réalisée sur un seul site) située sur le territoire belge dans les meilleurs délais, le rythme de développement et de réalisation de la solution devant être proportionné à sa maturité scientifique et technique ainsi qu'à son assise sociétale.* (Le début des opérations de mise en dépôt n'est a priori pas envisageable avant 2035–2040, compte tenu des contraintes scientifiques, techniques, sociétales et réglementaires à prendre en compte.)

Matières fissiles enrichies : « toutes matières contenant des isotopes fissiles d'uranium en teneur supérieure à celle de l'uranium naturel, et se trouvant sous une forme autre que celle de combustible neuf ou irradié » (AR du 30 mars 1981, article 1)

Matières plutonifères : « toutes matières contenant des isotopes fissiles de plutonium, et se trouvant sous une forme autre que celle de combustible neuf ou irradié » (AR du 30 mars 1981, article 1)

Le programme général de gestion à long terme des déchets radioactifs prévu par l'arrêté royal du 30 mars 1981 comprendra à terme, en plus du Plan Déchets, un ou plusieurs autres plans dédiés couvrant la gestion de l'ensemble des substances qui ont ou prendront le statut de déchets radioactifs. Ces plans seront établis au fur et à mesure que les dossiers correspondants atteignent un degré de maturité suffisant. Ainsi, l'ONDRAF établira dans les années qui viennent un plan relatif à la gestion à long terme des volumes importants de déchets radifères issus d'activités anciennes qui sont présents sur le territoire belge et qui constituent une problématique particulière (section 11.1). La perspective d'un tel plan ne remet pas en cause les considérations et conclusions relatives aux déchets de catégorie B (dont certains sont des déchets radifères) et aux déchets de catégorie C développées dans le présent Plan Déchets.

En tant qu'outil décisionnel destiné à supporter le Plan Déchets et la décision de principe qu'il vise, le SEA porte uniquement sur la gestion à long terme des déchets B&C [15]. En effet, le choix de la solution de gestion à long terme des déchets de catégorie A a fait l'objet des décisions institutionnelles nécessaires (section 5.1). Le SEA est le document d'un contractant — *Resource Analysis* (connu sous le nom de TRITEL depuis juin 2010) — dont l'ONDRAF s'est assuré, conformément à l'article 9 de la loi de 2006, qu'il n'a aucun intérêt au Plan Déchets.

Selon l'ONDRAF, la décision de principe que le Plan Déchets doit permettre devrait porter sur les trois aspects suivants :

- *le type de solution à développer pour la gestion à long terme des déchets B&C ;*
- *le processus décisionnel, y compris les principaux jalons et un calendrier, à suivre en vue de la réalisation de la solution choisie ;*
- *la façon d'obtenir et de maintenir l'assise sociétale nécessaire à la réalisation progressive de la solution choisie.*

Une telle décision de principe n'est donc pas une décision de réalisation immédiate d'une solution spécifique sur un site donné, mais serait la première étape d'un processus décisionnel par étapes et adaptable. Une telle décision est en effet par définition une *décision prise en présence d'incertitudes*, qui revêt donc un *caractère conditionnel* : elle doit être confirmée et précisée par des décisions successives au cours du processus décisionnel, attestant que la solution peut être mise en œuvre d'une façon qui répond aux impératifs de sûreté, de faisabilité technique et financière et d'acceptabilité sociétale. Il s'écoulera du reste au moins une à deux décennies entre le choix du type de solution à développer et le début des activités industrielles de réalisation proprement dites. Cette période doit notamment permettre, d'une part, de confirmer et d'affiner les connaissances techniques et scientifiques par la poursuite de la RD&D, qui changera progressivement de nature, évoluant vers la confirmation des acquis, la préparation de la phase industrielle et la préparation des dossiers de demandes d'autorisations et, d'autre part, et en parallèle, de développer une assise sociétale suffisante pour la solution retenue et pour le processus de choix d'un site d'implantation. Le processus décisionnel devrait être traduit dans un système normatif, actuellement manquant.

1.2 Elaboration du Plan Déchets

Comme l'ONDRAF souhaitait fournir au gouvernement tous les éléments nécessaires pour prendre une décision de principe en matière de gestion à long terme des déchets B&C en connaissance de cause et que c'était la première fois que l'avis du public allait être sollicité de façon formelle sur ce dossier, via la procédure de consultation prévue par la loi du 13 février 2006, il a choisi de procéder à une évaluation des options de gestion envisageables et à une consultation sociétale plus larges que celles requises par la loi. Dans cette optique, il a fait les choix suivants.

- Le Plan Déchets et le SEA sur lequel il s'appuie ont considéré de la façon *la plus large possible* toutes les options envisageables pour la gestion des déchets B&C, y compris les options rejetées au niveau international, des options qui n'ont pas vocation à être définitives ainsi que l'option qui consisterait à prolonger la situation actuelle (statu quo).
- La consultation sociétale ne s'est pas limitée à la consultation du public prévue par la loi. Dans la mesure où la gestion à long terme des déchets radioactifs représente un enjeu de société important, l'ONDRAF a souhaité impliquer la population dans l'élaboration du document qui a précédé le Plan Déchets, appelé « projet de Plan Déchets », et du SEA par le biais d'une *consultation sociétale* menée bien avant le stade de la procédure légale de consultation du public. Loin de se résumer à un défi scientifique et technique, la question de la gestion à long terme des déchets radioactifs, et donc en particulier celle des déchets B&C, comporte en effet un enjeu sociétal et génère des préoccupations diverses : qu'est-ce qui assure la sûreté de la solution étudiée à long terme ? quel est son impact à long terme sur l'environnement ? peut-elle être financée ? par qui est-elle ou sera-t-elle financée ? quelles charges implique-t-elle pour les générations futures ? comment peut-on assurer la continuité et le transfert des connaissances d'une génération à l'autre ? ses bases scientifiques sont-elles suffisamment solides ? a-t-on une bonne maîtrise des techniques nécessaires pour la réaliser ? ... ;
- L'évaluation des options dans le cadre du SEA ne s'est pas limitée aux incidences environnementales mais intègre dans la mesure du possible la dimension environnementale et de sûreté, la dimension technique et scientifique, la dimension financière et économique, et la dimension sociétale et éthique (Cadre 1). Le SEA est donc un SEA élargi ou *intégré*.

Cadre 1 – Les quatre dimensions d’une solution durable pour la gestion à long terme des déchets radioactifs

Lors de la publication du rapport SAFIR 2 [16, 17], qui synthétisait les acquis scientifiques et techniques en matière de développement d’une solution pour la gestion à long terme des déchets B&C en Belgique, et fort de l’expérience qu’il était en train de bâtir en matière de participation des communautés locales dans le cadre du projet de mise en dépôt des déchets de catégorie A, l’ONDRAF avait mis en exergue l’inadéquation d’une approche essentiellement basée sur les notions d’évaluation scientifique du risque et de prévention quand il faut décider dans une situation où subsistent de nombreuses incertitudes [18]. Dans ce type de situation, qui est celle de la gestion à long terme des déchets B&C, le choix du type de solution à réaliser, qui doit bien entendu être basé sur une argumentation scientifique et technique solide, prend en effet la dimension d’un enjeu de société. Outre la dimension technico-scientifique, le processus décisionnel doit donc tenir compte des valeurs qui prévalent dans la société.

La notion de solution durable

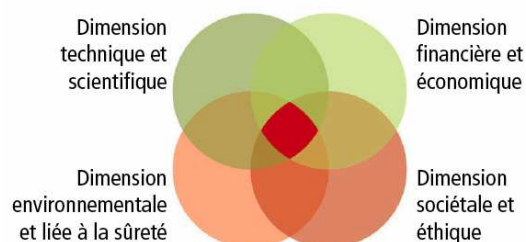
La notion de développement durable est apparue pour la première fois dans le rapport « *Our Common Future* », aussi appelé « Rapport Brundtland », dont elle constitue le cœur [19]. Publié en 1987 par la Commission mondiale sur l’environnement et le développement des Nations Unies, ce rapport établit un lien univoque entre croissance économique, problématiques environnementales, pauvreté et développement. Le développement durable y est envisagé comme un mode de développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Il se fonde donc sur une prise de conscience des devoirs envers les générations futures. La notion de développement durable ainsi que celles d’équité intra- et intergénérationnelle ont été reprises par la suite dans le cadre des principes édictés dans la Déclaration sur l’environnement et le développement des Nations Unies, faite à Rio de Janeiro en 1992 [20].

Parmi les principes et notions fréquemment associés au développement durable [21], on peut notamment citer le principe de précaution, la vision à long terme, le principe du *pollueur payeur*, la responsabilité sociétale et la volonté de ne pas reporter des charges inacceptables sur d’autres populations (notamment les moins favorisées) ou sur les générations futures. L’adjectif *durable* étant fréquemment utilisé pour qualifier d’autres mots que *développement* et pouvant prêter à confusion, il est utile de préciser la signification qui lui est attribuée dans le contexte où il est employé [21].

La Belgique s’est engagée dans la voie du développement durable par le vote de la loi du 5 mai 1997 relative à la coordination de la politique fédérale de développement durable [22].

Selon l’ONDRAF, les solutions pour la gestion à long terme des déchets B&C doivent être des solutions intégrées, c’est-à-dire des solutions qui assurent la protection de l’homme et de son environnement tout en étant fondées sur une prise en compte équilibrée des aspects techniques, économiques et sociétaux et en étant élaborées en concertation avec l’ensemble des parties prenantes. Ces solutions sont dites « durables », en ce sens qu’elles considèrent les trois dimensions propres au développement durable — l’environnement, l’homme et la prospérité (qui comprend non seulement le profit économique mais aussi le bénéfice sociétal) [23] — ainsi que la dimension technique et scientifique. Cette dernière est « transversale » aux autres dimensions : elle est en effet à la base de l’élaboration des options de gestion et de l’évaluation de leurs incidences, tant environnementales qu’économiques et sociétales, mais aussi de la fiabilité de cette évaluation.

Afin de concrétiser autant que possible la notion de solution durable, l’ONDRAF a choisi d’évaluer les options de gestion considérées selon les quatre dimensions suivantes.



Selon une récente étude de la *Vrije Universiteit Brussel (VUB)* pour le *Belgian Science Policy Office (BELSPO)* [24], l'approche suivie par l'ONDRAF dans son Plan Déchets « *est relativement révolutionnaire pour la culture nucléaire et est à ce jour la seule qui soit construite sur des critères de durabilité* » [traduction de l'ONDRAF].

Les avancées techniques et scientifiques sont reconnues comme un des fondements du développement durable en général [21] et de ses aspects environnementaux en particulier, comme l'indique le programme Action 21 « *A Blueprint for Sustainable Development* » adopté par la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement à Rio de Janeiro en 1992 et dont le chapitre 22 affirme l'importance de promouvoir la gestion sûre et écologiquement rationnelle des déchets radioactifs [25].

Les dimensions économique et financière ainsi que sociétale, qui renvoient notamment à la nécessité d'assurer le financement de la gestion des déchets sans reporter de charges excessives sur les générations futures, font par ailleurs partie intégrante du principe de base d'optimisation de la protection radiologique de l'homme et de l'environnement (également appelé principe ALARA — *as low as reasonably achievable* ou « aussi bas que raisonnablement possible »), qui prescrit que la probabilité d'exposition, le nombre de personnes exposées et l'importance de leurs doses individuelles doivent être maintenus à un niveau aussi faible que possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux [26].

La nécessité de considérer et d'intégrer les quatre dimensions d'une solution durable lors de l'évaluation des options considérées pour la gestion des déchets B&C a été mise en avant tant par les participants aux dialogues ONDRAF et à la conférence interdisciplinaire organisée par l'ONDRAF en préalable à la rédaction du projet de Plan Déchets et du SEA [29] que par les participants à la conférence citoyenne organisée de façon indépendante par la Fondation Roi Baudouin [31]. Selon l'étude de la VUB [24], « *Une grande attention est donnée à l'intégration (multidisciplinaire, techno-économique, sociale et éthique). Dans le Plan Déchets de l'ONDRAF, les principes et mécanismes associés à la dimension d'équité ont été considérés dans le cadre d'un exercice transparent et participatif, tandis que l'initiative de l'évaluation était déléguée à un institut qui jouit d'une grande autorité (la Fondation Roi Baudouin), qui a de l'expérience dans les initiatives participatives et n'a pas de liens avec le secteur nucléaire (indépendante).* » [traduction de l'ONDRAF]

Une approche de développement durable *stricto sensu* imposerait au minimum une approche globale au niveau de l'ensemble des pratiques qui sont à l'origine de la production de déchets radioactifs, comme prévu dans l'application du premier principe de la radioprotection (principe de justification — Cadre 6 à la section 4.1.3) [57, 58], en particulier le recours à l'énergie nucléaire pour la production d'électricité, ce qui sort du cadre des compétences de l'ONDRAF.

Le développement durable et le principe de précaution

La déclaration de Rio relie le concept de développement durable au principe de précaution (Principe n° 15), qui fait le lien entre les situations de prise de risque en présence de grande incertitude et la dimension scientifique et technique : « *Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement.* » Dans son acception de principe d'action, qui pourrait se traduire par « Dans le doute, mets tout en œuvre pour agir au mieux » [27], le principe de précaution implique notamment [27, 28]

- une expertise scientifique pluridisciplinaire et contradictoire (l'incertitude n'étant généralement pas synonyme d'absence de connaissances mais le fait de situations complexes et dont les conséquences s'étalent sur le long terme), ce qui suppose la mise en œuvre de programmes de recherche et développement permettant d'analyser les risques encourus et de tenter de les minimiser ainsi que d'évaluer les alternatives ;
- une concertation la plus large et la plus précoce possible avec l'ensemble des parties prenantes, y inclus le public au sens large, sur les risques encourus, leur évaluation et leur acceptabilité ;
- une réévaluation périodique des risques et incertitudes en fonction de l'évolution des connaissances.

Cette interprétation est en accord avec la démarche de l'ONDRAF, qui est confronté à la gestion d'un problème environnemental qui dépasse largement le cadre environnemental et l'échelle temporelle habituels. Le Plan Déchets de l'ONDRAF et le SEA sur lequel il s'appuie évaluent les risques et identifient les incertitudes scientifiques et sociétales attachées aux différentes options considérées pour la gestion des déchets B&C. Leur contenu a été enrichi grâce à plusieurs initiatives de consultation sociétale. L'ONDRAF réévaluera de manière itérative les risques et incertitudes associés à la solution qui aura été choisie au fur et à mesure de son développement.

Dans la mesure où le Plan Déchets vise une décision de nature stratégique et non une décision relative à un projet concret, le Plan Déchets et le SEA ont considéré les options de gestion de façon générique, autrement dit sans les lier à un site particulier. Ils ne portent donc ni sur des questions de choix de site d'implantation des installations à prévoir, ni à fortiori sur leur architecture. Par conséquent aussi, l'évaluation des options considérées a été essentiellement qualitative, s'appuyant sur des jugements d'experts fondés sur la base de connaissances — entièrement publique — qui est disponible aux niveaux national et international et, dans la mesure du possible, sur des études similaires effectuées à l'étranger et sur les décisions prises en conséquence ainsi que sur le retour d'expérience d'infrastructures analogues existantes, en Belgique et à l'étranger. Des analyses quantitatives ont toutefois été effectuées chaque fois que c'était possible et que cela se justifiait. Egalement en raison de la nature stratégique du Plan Déchets, les effets environnementaux transfrontières n'ont pas été évalués.

Le Plan Déchets et le SEA sont l'aboutissement d'un processus d'élaboration en plusieurs étapes régi par une procédure légale (section 1.2.2) et précédé par une consultation sociétale sur l'initiative de l'ONDRAF (section 1.2.1) (Figure 1).

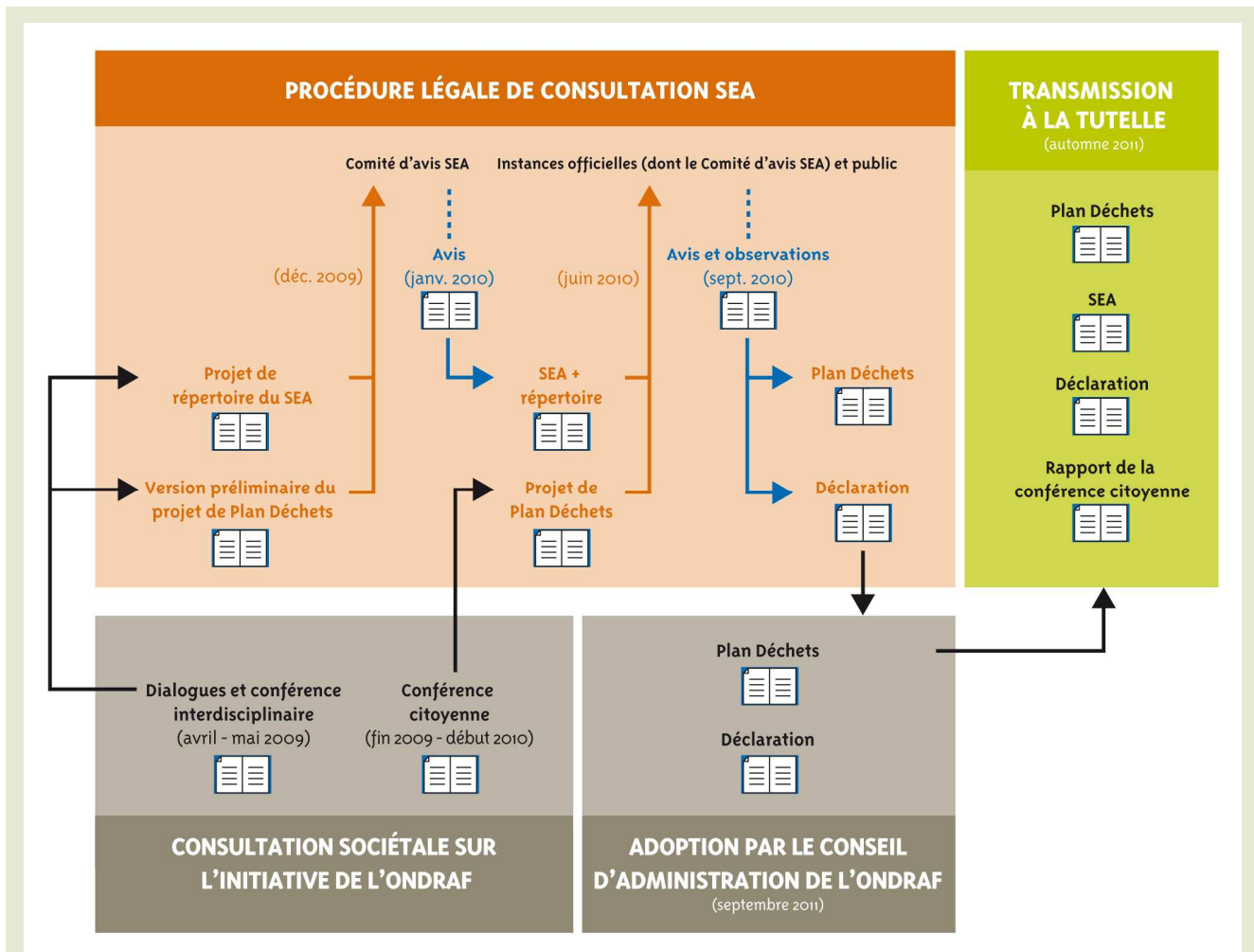


Figure 1 – La consultation sociétale sur l'initiative de l'ONDRAF et la procédure légale de consultation, suivies de l'adoption par le conseil d'administration de l'ONDRAF puis de la transmission des documents à la tutelle.

1.2.1 Consultation sociétale sur l'initiative de l'ONDRAF

La consultation sociétale sur l'initiative de l'ONDRAF a comporté deux volets (Figure 1 et Figure 2).

- Une série de *dialogues ONDRAF* et une *conférence interdisciplinaire* ont, en avril et mai 2009, donné l'occasion à des organisations du corps social, des experts et des citoyens intéressés d'exprimer leurs préoccupations et leurs attentes en matière de gestion à long terme des déchets B&C. La campagne de communication relative à cette consultation a notamment consisté en une conférence de presse, un premier envoi de 4500 courriers électroniques, l'envoi ultérieur à deux reprises, par un bureau spécialisé dans les études en ligne, de 30000 courriers électroniques invitant les destinataires à consulter le site web dédié de l'ONDRAF (www.ondraf-plandechets.be) et à s'inscrire aux dialogues, une action téléphonique vers 200 organisations du corps social et l'insertion, à quinze reprises, d'une annonce dans la presse gratuite.

Les huit journées de dialogue ont réuni une soixantaine de participants au total et la conférence interdisciplinaire a rassemblé 84 experts de différentes disciplines, y compris des disciplines sans liens directs avec la gestion des déchets radioactifs. Ces journées de réflexion étaient conduites par des facilitateurs indépendants de l'ONDRAF. Le rôle de l'ONDRAF s'est limité à fournir les informations nécessaires aux participants et à observer le déroulement des échanges.

- Une *conférence citoyenne*, dont l'organisation a été confiée par l'ONDRAF à la Fondation Roi Baudouin, a été consacrée fin 2009 – début 2010 à la prise de décision en matière de gestion à long terme des déchets B&C. En toute indépendance, la Fondation Roi Baudouin a constitué un panel de 32 citoyens représentatifs de la diversité de notre société et a facilité, durant trois week-ends, leur réflexion sur ce thème. L'ONDRAF n'est pas intervenu dans ce processus.



Figure 2 – Consultation des citoyens sur l'initiative de l'ONDRAF. A gauche, un groupe de travail durant la conférence interdisciplinaire (source : *Dialogue Learning Centre*) ; à droite, la remise par les participants à la conférence citoyenne organisée par la Fondation Roi Baudouin de leur rapport final au directeur général de l'ONDRAF (source : Fondation Roi Baudouin ; photographe : Emmanuel Crooÿ).

Les résultats de la consultation sociétale sur l'initiative de l'ONDRAF ont été pris en compte pour l'établissement du SEA et du projet de Plan Déchets, et donc du Plan Déchets. Les rapports des dialogues ONDRAF ainsi que la synthèse [29] de ces rapports

et de la conférence interdisciplinaire, tous établis par les facilitateurs indépendants, sont disponibles sur le site web dédié de l'ONDRAF, de même que le rapport du comité d'audit [30], également constitué de personnes indépendantes, qui observait le déroulement de ces journées. Le rapport de la conférence citoyenne [31] est disponible sur le site web de la Fondation Roi Baudouin (www.kbs-frb.be).

1.2.2 Procédure légale de consultation

Conformément aux dispositions de la loi du 13 février 2006, le Plan Déchets et le SEA sont l'aboutissement d'un processus d'élaboration en plusieurs étapes (Figure 1).

Dans un premier temps, l'ONDRAF a soumis au Comité d'avis institué par la loi de 2006 (appelé « Comité d'avis SEA » dans la suite du texte) un projet de répertoire du SEA reprenant les incidences environnementales à examiner et les aspects méthodologiques de l'évaluation. Le Comité d'avis SEA devait vérifier l'adéquation du répertoire, en termes de contenu et d'approche, avec les exigences légales. Le projet de répertoire du SEA était accompagné d'une version préliminaire du projet de Plan Déchets destinée au Comité d'avis SEA.

Dans un deuxième temps, l'ONDRAF a soumis son projet de Plan Déchets et le SEA proprement dit (Figure 3) pour avis au Comité d'avis SEA, au Conseil Fédéral du Développement Durable, aux gouvernements des Régions et, ainsi que la loi le lui permettait, à l'AFCN. En parallèle, il a soumis ces mêmes documents pour consultation au public.

La consultation du public a été annoncée 15 jours avant son début par avis au Moniteur belge [32], sur le site du portail fédéral, sur le site du portail national de la Convention d'Aarhus, sur le site web dédié de l'ONDRAF et dans une douzaine de grands quotidiens (six quotidiens néerlandophones, cinq quotidiens francophones et un quotidien germanophone), représentant un tirage d'environ 1 770 000 exemplaires (Figure 4). Le projet de Plan Déchets et le SEA étaient disponibles en français, néerlandais et allemand. Ils étaient téléchargeables à partir du site web dédié de l'ONDRAF et disponibles, à la demande, sous forme imprimée. L'ONDRAF a par ailleurs donné la possibilité à toutes les communes de Belgique de disposer d'un ou de plusieurs exemplaires du projet de Plan Déchets et du SEA afin qu'elles les mettent à disposition de leurs administrés. Enfin, l'ONDRAF a informé de sa propre initiative les représentants officiels SEA des Etats membres de l'Union européenne de la consultation et les a invités à lui faire part des éventuelles observations de leur pays.

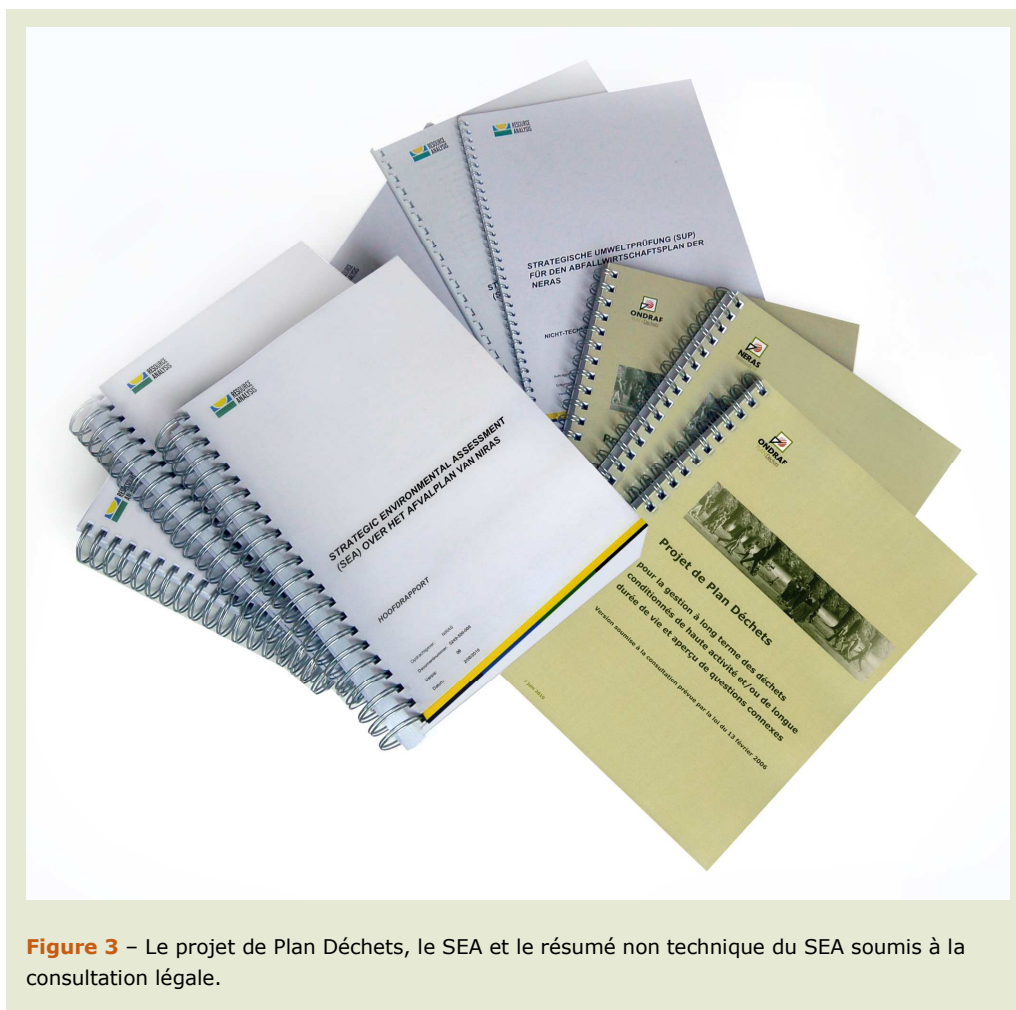


Figure 3 – Le projet de Plan Déchets, le SEA et le résumé non technique du SEA soumis à la consultation légale.

Dans son avis [33] relatif au projet de Plan Déchets et au SEA, le Comité d'avis SEA ne relève pas de lacunes quant à la façon dont la procédure légale a été mise en œuvre. Il « apprécie l'investissement que l'ONDRAP a consacré pour assurer la bonne mise en œuvre de la procédure d'évaluation des incidences sur l'environnement, en particulier en produisant une version du répertoire prenant en compte ses remarques ». Il constate aussi que « La documentation est complète [...] ».

Le Comité d'avis SEA confirme par ailleurs qu'une évaluation des incidences environnementales transfrontières n'était pas encore possible.

« Le Comité considère que, vu son contenu général, le projet de Plan Déchets ne permet pas de déterminer à ce stade si sa mise en œuvre est susceptible d'avoir des incidences non négligeables sur l'environnement d'un autre Etat membre de l'Union européenne ou d'un autre Etat Partie à la Convention d'Espoo du 25 février 1991 sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière. Le Comité attire néanmoins l'attention des auteurs du Plan Déchets sur le fait que les décisions futures relatives à la gestion des déchets nucléaires en Belgique et surtout à l'implantation des installations pourraient impliquer des effets transfrontières dont il faudra tenir compte, ce conformément à la législation en vigueur. »



Consultation de la population

Projet de Plan Déchets et rapport sur les incidences environnementales pour la gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie

Du 7 juin jusqu'au 6 septembre 2010 le Projet de Plan Déchets de l'ONDRAF et le rapport sur les incidences environnementales relatifs à la gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie sont consultables par la population, en vertu de la loi du 13 février 2006.

Lors de cette consultation, chacun pourra exprimer ses observations. Ces dernières seront prises en considération pendant l'élaboration de la version définitive du Plan Déchets que l'ONDRAF soumettra aux autorités avant fin de l'année.

L'ONDRAF est l'organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies, qui a été chargé par les autorités de la gestion des déchets radioactifs belges. La mission de l'organisme consiste à gérer les déchets radioactifs de manière sûre à court et à long terme. La protection de l'environnement et la sécurité de la population jouent un rôle principal à cet égard.

Vous pouvez réagir :

- En ligne : www.ondraf-plandechets.be
- Par e-mail : plandechets@nirond.be
- Par écrit : ONDRAF Plan Déchets, Avenue des Arts 14, 1210 Bruxelles

Pour plus d'informations et télécharger les documents : www.ondraf-plandechets.be

Un exemplaire imprimé des documents ci-dessus peut être demandé par écrit (ONDRAF Plan Déchets, Avenue des Arts 14 - 1210 Bruxelles ou plandechets@nirond.be).

Figure 4 – Version en français de l'annonce de la consultation du public parue dans la presse quotidienne francophone le 20 mai 2010.

Dans un troisième temps, l'ONDRAF a finalisé le Plan Déchets en prenant en considération les avis des instances officielles et les observations émises par le public dans le cadre de la procédure légale de consultation. En particulier, il a été amené à assortir la solution qu'il préconise pour la gestion à long terme des déchets B&C de conditions en matière de récupérabilité des déchets mis en dépôt, en matière de contrôle du bon fonctionnement du système de dépôt et en matière de transfert des connaissances relatives au dépôt, conditions dont la portée exacte sera à délimiter en concertation avec l'ensemble des parties prenantes. D'autres préoccupations, et en particulier le suivi des évolutions relatives à des pistes de gestion examinées dans le Plan Déchets mais non retenues ainsi que la nécessité d'un suivi indépendant du processus décisionnel ont été intégrées dans la solution globale qu'il préconise. Conformément aux dispositions de la loi de 2006, il a aussi établi une déclaration [34] qui résume notamment la manière dont le SEA et les avis et observations reçus ont été

pris en considération lors de la finalisation du plan. La loi de 2006 ne prévoit par contre pas d'adapter le SEA sur la base de ces avis et observations.

Le Plan Déchets a été adopté par le conseil d'administration de l'ONDRAF, seule autorité habilitée à cette fin ², en date du 23 septembre 2011.

1.2.3 Transmission à la tutelle

Le Plan Déchets tel qu'adopté est transmis par l'ONDRAF à sa tutelle accompagné de la déclaration, du SEA et du rapport de la conférence citoyenne. Ainsi, le gouvernement disposera de tous les éléments nécessaires pour prendre une décision de principe en matière de gestion à long terme des déchets B&C. En effet, l'ONDRAF considère que le Plan Déchets tel qu'adopté ne peut être mis en œuvre que moyennant validation par le gouvernement.

1.3 Structure du Plan Déchets

Le Plan Déchets est structuré en quatre parties.

- La *première partie* place le Plan Déchets dans son contexte, en justifie la portée et insiste sur la *nécessité* d'une décision de principe à brève échéance pour la gestion à long terme des déchets B&C.
- La *deuxième partie* approfondit la question de la gestion à long terme des déchets B&C et montre qu'une décision de principe *peut être prise*. Elle décrit succinctement les différentes options de gestion considérées et l'approche méthodologique suivie dans le SEA pour leur évaluation. Elle synthétise ensuite cette évaluation selon les principes et critères qui apparaissent comme les plus pertinents pour guider une décision de principe. Enfin, elle décrit dans les grandes lignes la solution de gestion préconisée par l'ONDRAF et le processus décisionnel participatif ébauché en vue de sa réalisation progressive, y compris des éléments relatifs à la façon d'établir et de maintenir une assise sociétale pour cette solution.
- La *troisième partie* est destinée à attirer l'attention du gouvernement sur une série de questions connexes dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF.
- Enfin, la *quatrième partie* reprend de façon condensée la solution préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C, y compris les conditions qui l'accompagnent. Elle formule aussi différentes recommandations relatives aux questions connexes susmentionnées.

² La loi du 13 février 2006 ne vise pas à fixer les règles à suivre pour l'adoption des plans ou des programmes pour lesquels elle est d'application. Il convient dès lors de se référer aux réglementations particulières qui organisent les modalités d'élaboration et d'adoption des plans et programmes. A cet égard, la loi du 13 février 2006 indique que ces plans et programmes doivent être prévus dans la réglementation pour qu'elle puisse s'y appliquer (dans le cas du Plan Déchets de l'ONDRAF, l'article 2, § 3, 1. c, de l'arrêté royal du 30 mars 1981, tel que modifié, prévoyant un programme de gestion à long terme). C'est donc la réglementation organisant le fonctionnement de l'ONDRAF ainsi que l'exercice de ses missions qui détermine l'autorité habilitée à adopter le Plan Déchets.

Le Plan Déchets comprend en annexe un aperçu des origines et caractéristiques des déchets B&C existants et prévus, principalement dans le cadre du programme électronucléaire actuel, une synthèse des principaux points de la directive européenne du 19 juillet 2011 relative à la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ayant un rapport direct avec le Plan Déchets et une première analyse de la contribution du Plan Déchets au respect des impositions de la directive, un glossaire constitué de termes définis dans le cadre légal et réglementaire belge et une liste d'acronymes.



2 L'ONDRAF

L'ONDRAF est l'organisme public doté de la personnalité juridique créé en 1980 par le législateur pour assurer la *gestion* des déchets radioactifs présents sur le territoire belge, quelles que soient leur origine et leur provenance³ ([1, 2] tels que modifiés, principalement par [3, 4, 5, 6]). Le rapport au Roi qui motive l'arrêté royal de 1981 précise que « *La préoccupation fondamentale qui a présidé à la constitution de l'Organisme est donc d'assurer, en dehors de tout but de lucre, une gestion aussi rationnelle, coordonnée et uniforme que possible des opérations portant sur des matières nucléaires. [...] Le législateur a souhaité que cette gestion soit le fait d'un organisme unique sous contrôle public afin de garantir que l'intérêt public puisse prévaloir dans toutes les décisions à prendre en la matière* ».

Substance radioactive : « toute substance contenant un ou plusieurs radionucléides dont l'activité ou la concentration ne peut être négligée pour des raisons de radioprotection » (loi du 15 avril 1994, article 1)

2.1 Mission légale de gestion des déchets radioactifs

L'ONDRAF a été chargé par la loi du 8 août 1980 (Cadre 2) [1] de gérer tous les déchets radioactifs⁴, quelles que soient leur origine et leur provenance, et d'établir un inventaire de toutes les installations nucléaires et de tous les sites contenant des substances radioactives*. (Cette mission d'inventaire est connue sous le nom de « mission d'inventaire des passifs nucléaires ».) La loi du 8 août 1980 charge également l'ONDRAF de certaines autres missions, notamment dans le domaine de la gestion des matières fissiles enrichies, des matières plutonifères et des combustibles irradiés.

Les missions en matière de gestion des déchets radioactifs comprennent principalement le transport en dehors des installations des producteurs, le traitement et le conditionnement* pour les producteurs qui ne disposent pas d'équipements agréés à cette fin par l'ONDRAF, l'entreposage* en dehors des installations des producteurs et le dépôt* (ou stockage définitif) où, selon sa définition légale [7], le dépôt désigne la mise en place de combustible irradié ou de déchets radioactifs dans une installation

³ Le cadre légal définissant les missions de l'ONDRAF et ses modalités de fonctionnement est constitué de l'article 179, § 2 de la loi du 8 août 1980 relative aux propositions budgétaires 1979-1980 et de son arrêté royal d'exécution, daté du 30 mars 1981, y compris leurs modifications successives respectives, en particulier la loi du 11 janvier 1991, l'arrêté royal du 16 octobre 1991, la loi du 12 décembre 1997 et la loi du 29 décembre 2010.

⁴ L'arrêté royal du 30 mars 1981 précise qu'il s'agit des déchets radioactifs présents sur le territoire belge (art. 2, § 2, 1).

Traitement et conditionnement des déchets

radioactifs : « suite d'opérations mécaniques, chimiques, physiques et autres destinées à assurer la conversion des déchets radioactifs en colis répondant aux exigences opérationnelles de la manutention, du transport, de l'entreposage ou de l'évacuation » (AR du 30 mars 1981, article 1)

Entreposage de déchets

radioactifs : « stockage temporaire de tels déchets dans l'intention de, et de manière à pouvoir les reprendre ultérieurement » (AR du 30 mars 1981, article 1)

Dépôt (ou stockage définitif)

: « mise en place de combustible usé ou de déchets radioactifs dans une installation appropriée sans intention de les récupérer » (loi du 2 août 2002, article 2)

appropriée *sans intention de les récupérer*. (L'absence d'intention de récupérer les déchets ne signifie toutefois pas nécessairement qu'il y ait impossibilité de les récupérer ou qu'il y ait impossibilité de contrôles.) En d'autres termes, l'ONDRAF doit développer et mettre en œuvre un système de gestion *fermé* pour tous les déchets radioactifs qu'il a pris et aura à prendre en charge*, c'est-à-dire un système de gestion dont la dernière étape est identifiée et constitue la destination définitive de ces déchets (pour une description du système de gestion développé par l'ONDRAF, voir chapitre 4).

L'arrêté royal d'exécution de la loi du 8 août 1980 — l'arrêté du 30 mars 1981 — précise en outre dans son article 2 [2] que l'ONDRAF doit notamment

- établir et tenir à jour l'inventaire des déchets radioactifs existants et les prévisions de production de déchets ;
- établir et tenir à jour un programme général de gestion à long terme des déchets radioactifs comprenant une description technico-économique des actions qu'il envisage pour assurer leur gestion ;
- établir, sur la base des règles générales proposées aux autorités compétentes et approuvées par elles, les critères d'acceptation des déchets conditionnés et non conditionnés qu'il doit prendre en charge ;
- agréer les installations destinées au traitement et au conditionnement des déchets radioactifs ;
- s'assurer de la conformité de la qualité des déchets radioactifs conditionnés ou non aux critères d'acceptation et assurer leur réception* définitive.

La gestion des déchets radioactifs, qui constitue l'essence de la mission de l'ONDRAF, doit, pour pouvoir être menée à bonne fin, s'inscrire dans une *politique de gestion* à long terme. Ce n'est pas l'ONDRAF qui définit cette politique, mais il peut faire des propositions à sa tutelle, qui décide de la suite à y donner, et lui fournir des éléments d'appréciation. L'ONDRAF peut aussi prendre l'initiative de lui soumettre des points de politique institutionnelle qui touchent à la gestion des déchets radioactifs et qui doivent être clarifiés pour qu'il puisse remplir sa mission.

L'ONDRAF n'est pas compétent dans une série de matières qui peuvent avoir des implications sur la gestion des déchets radioactifs, comme par exemple la politique future de la Belgique en matière de production d'électricité et, en particulier, d'électricité d'origine nucléaire, la question du recours au retraitement des combustibles nucléaires irradiés, les choix commerciaux des entreprises qui produisent des déchets radioactifs, les politiques générales des institutions de recherche, l'octroi des autorisations nucléaires dites « de création et d'exploitation » des installations nucléaires, les décisions d'assainissements en cas de pollutions radioactives ou encore l'établissement de la réglementation en matière de radioprotection.

Cadre 2 – Extraits de l'article 179, § 2, de la loi du 8 août 1980 tel que modifié [1]

« 2° [...] l'organisme est chargé

- de la gestion de tous les déchets radioactifs, quelles que soient leur origine et leur provenance,
- d'établir un inventaire de toutes les installations nucléaires et de tous les sites contenant des substances radioactives, telles que définies par l'article 1^{er} de la 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,

ainsi que de certaines missions dans le domaine

- de la gestion des matières fissiles enrichies, des matières plutonifères, des combustibles irradiés,
- et de la dénucléarisation des installations nucléaires désaffectées. »

« 3° L'Organisme ne pourra gérer des déchets d'origine étrangère qu'après avoir reçu l'accord de son autorité de tutelle. »

« 4° Les missions relatives aux déchets radioactifs comprennent le transport en dehors des installations, le traitement et le conditionnement pour les producteurs qui ne disposent pas d'équipements agréés à cette fin par l'Organisme, l'entreposage en dehors des installations et l'évacuation, ainsi que la collecte et l'évaluation de toutes les informations nécessaires à l'exécution des missions précitées. En outre, l'organisme est habilité à prendre toute action et toute mesure qui est destinée à créer et à maintenir l'assise sociétale nécessaire pour assurer l'intégration d'une installation de dépôt final de déchets radioactifs dans une collectivité locale. »

« 6° La mission relative à l'inventaire comprend l'établissement d'un répertoire de la localisation et de l'état de toutes les installations nucléaires et de tous les sites contenant des substances radioactives [...]. »

« 8° Les missions relatives aux matières fissiles enrichies, aux matières plutonifères et aux combustibles irradiés sont le transport, en dehors des installations, des matières fissiles enrichies et plutonifères en quantités et en taux d'enrichissement dépassant les limites définies par le Roi, l'entreposage en dehors des installations des matières plutonifères excédentaires par rapport aux besoins opérationnels de l'installation, l'entreposage, en dehors des installations, de combustible irradié ou de combustible neuf pour lequel aucun usage n'est prévu, ainsi que la collecte et l'évaluation de toutes les informations nécessaires à l'exécution des missions précitées. »

Prise en charge :

« ensemble des opérations techniques et administratives nécessaires pour assurer l'enlèvement des déchets radioactifs ou des quantités excédentaires du site des producteurs et leur transfert dans les installations gérées par l'Organisme » (AR du 30 mars 1981, article 1)

Réception :

« opération réalisée lors de la prise en charge des déchets ou des quantités excédentaires et destinée à vérifier la conformité de ceux-ci avec les spécifications en vigueur, en vue du transfert de responsabilité » (AR du 30 mars 1981, article 1)

2.2 Fonctionnement

Les modalités de fonctionnement de l'ONDRAF sont fixées par les dispositions du cadre légal et réglementaire.

- L'ONDRAF peut effectuer ses missions par ses propres moyens, les sous-traiter ou en confier l'exécution à des tiers, sous sa responsabilité. La gestion à long terme des déchets radioactifs est toutefois une compétence exclusive de l'ONDRAF.

Belgoprocess, entreprise filiale de l'ONDRAF depuis 1986, a notamment en charge le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs de la plupart des producteurs belges qui n'effectuent pas ces opérations eux-mêmes, ainsi que l'entreposage des déchets conditionnés dans l'attente d'une solution à vocation

définitive pour leur gestion à long terme. Belgoprocess exploite des installations centralisées situées à Mol et à Dessel, qui appartiennent à l'ONDRAF et sont sous sa responsabilité.

EURIDICE est le groupement d'intérêt économique créé en 1995 par l'ONDRAF et le SCK•CEN, principalement pour gérer le laboratoire souterrain de recherche HADES.

- L'ONDRAF est placé sous la tutelle du gouvernement fédéral par le biais des ministres qui ont l'énergie et l'économie dans leurs attributions. Une convention de concertation entre l'ONDRAF et l'autorité de sûreté — l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire ou AFCN — établie en exécution de l'article 33 du règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants [35], appelé « règlement général de protection contre les rayonnements ionisants » dans la suite du texte, vise à permettre « *la consultation mutuelle et l'échange d'information sur les aspects de la gestion des déchets radioactifs qui peuvent affecter l'exercice des compétences des deux institutions* ».

L'AFCN, qui est placée sous la tutelle du ministre de l'Intérieur, est l'agence chargée de promouvoir la protection de l'homme et de l'environnement contre les dangers des rayonnements ionisants. Elle est notamment chargée d'établir les règles et normes de radioprotection, qui s'inscrivent dans la ligne des recommandations internationales et des directives européennes, d'octroyer les autorisations nucléaires de création et d'exploitation, et de déclassement ou de fermeture aux exploitants des installations nucléaires (y compris les exploitants d'installations de dépôt) et d'octroyer les autorisations nucléaires de transport aux transporteurs de matières radioactives, de contrôler le respect des dispositions des autorisations et d'inspecter les installations nucléaires, d'assurer la surveillance radiologique du territoire belge, de contribuer à l'organisation du plan national d'urgence nucléaire et radiologique et de veiller à la sécurité des matières nucléaires.

- L'ONDRAF doit travailler à prix coûtant et faire payer aux bénéficiaires de ses prestations — les producteurs de déchets radioactifs — ni plus ni moins que les montants nécessaires pour assurer une gestion sûre de leurs déchets, conformément au principe du *pollueur payeur* (pour une description de l'organisation du financement de la gestion des déchets radioactifs, voir section 4.4).

L'organisation de la gestion des déchets radioactifs en Belgique est schématisée ci-dessous (Figure 5).

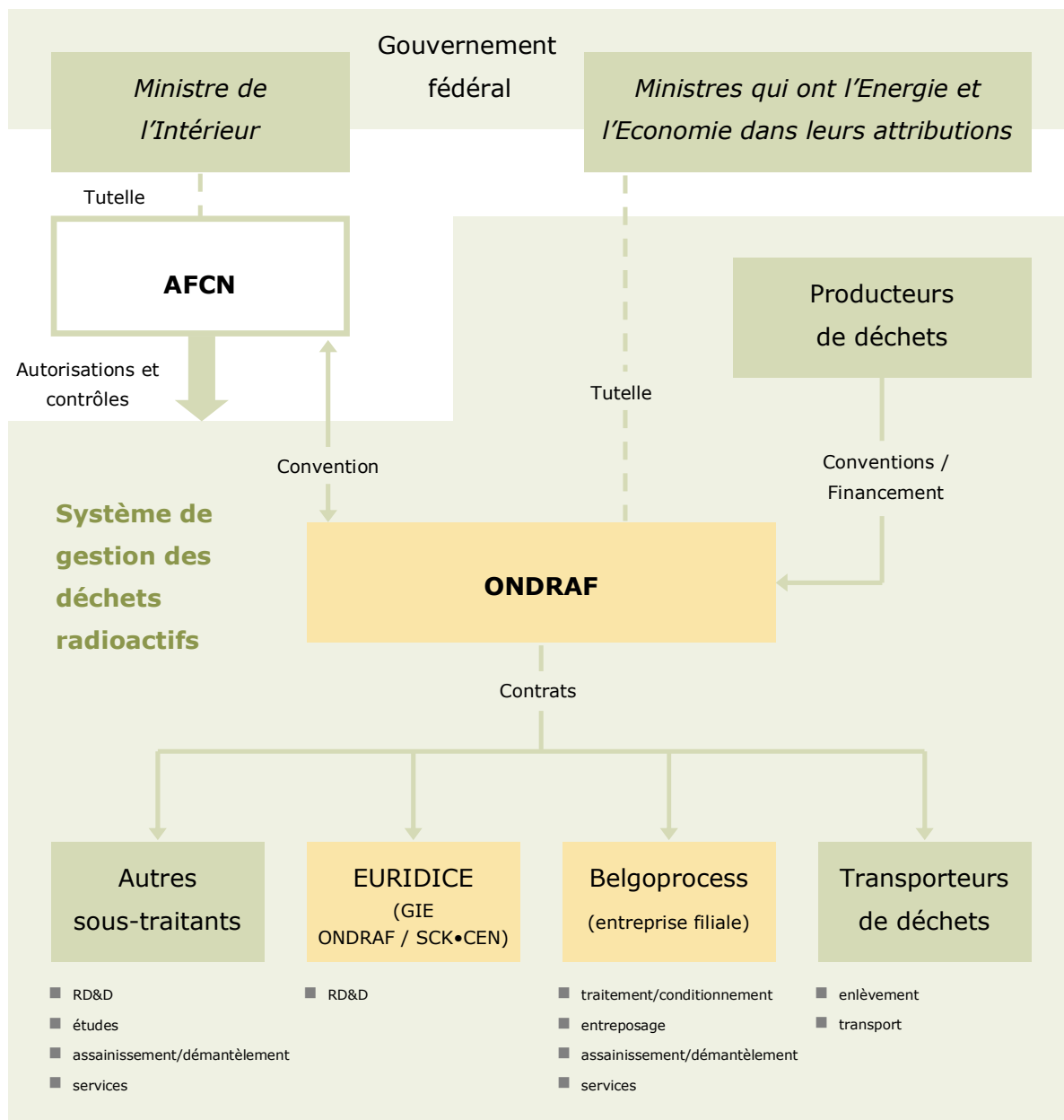


Figure 5 – Représentation simplifiée de l'organisation de la gestion des déchets radioactifs en Belgique.



3 Portée du système de gestion des déchets radioactifs de l'ONDRAF

La portée du système de gestion des déchets radioactifs de l'ONDRAF désigne son domaine d'application, qui est délimité par le cadre légal et réglementaire. La diversité des cas envisageables, y compris la constatation que certaines substances qui ne répondent pas actuellement à la définition de déchet radioactif pourraient à terme entrer dans le système de gestion de l'ONDRAF, justifie un examen de ces différents cas (pour une description du système de gestion développé par l'ONDRAF, voir chapitre 4). Divers exemples de déchets radioactifs sont également donnés à la section 4.3, relative à l'inventaire technique des déchets conditionnés de l'ONDRAF. L'annexe A1 donne un aperçu des origines et caractéristiques des déchets B&C [36].

3.1 Conditions pour qu'une substance doive être gérée par l'ONDRAF

D'après sa mission, l'ONDRAF doit gérer les substances qui répondent à la définition de déchet radioactif, quelles qu'en soient l'origine et la provenance, sont présentes sur le territoire belge, et ont fait l'objet d'une demande de prise en charge par leur producteur ou propriétaire ⁵, ainsi que les déchets radioactifs d'origine belge temporairement à l'étranger, par exemple pour traitement.

3.1.1 Etre un déchet radioactif

De façon générale, on peut considérer qu'un déchet radioactif est une substance ⁶ ou un objet qui possède à la fois la caractéristique d'être un déchet et celle d'être radioactif. La détermination de ce qui constitue un déchet radioactif revient à son producteur ou à son propriétaire.

⁵ Ou par l'AFCN dans certains cas.

⁶ Les termes « substance » et « matière » sont utilisés de façon équivalente dans la législation.

Déchets radioactifs d'origine étrangère :

« déchets radioactifs ayant obtenu leurs caractéristiques de radioactivité en dehors de la Belgique, sauf si cette radioactivité provient d'équipements et/ou de déchets d'origine belge traités à l'étranger » (AR du 30 mars 1981, article 1)

Une substance radioactive est, d'après la 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'AFCN [37], une substance qui contient « *un ou plusieurs radionucléides dont l'activité ou la concentration ne peut être négligée pour des raisons de radioprotection* » (article 1). Le caractère radioactif ou non radioactif d'une substance peut le plus souvent être établi sur la base des critères du règlement général de protection contre les rayonnements ionisants. Pour les cas actuellement non couverts par ce règlement (section 3.2.2.4), le caractère radioactif ou non radioactif est établi par l'AFCN après évaluation au cas par cas.

Selon l'arrêté royal du 30 mars 1981 déterminant les missions et fixant les modalités de fonctionnement de l'ONDRAF [2], tel que modifié, un déchet radioactif est « *toute matière pour laquelle aucune utilisation n'est prévue et qui contient des radionucléides en concentration supérieure aux valeurs que les autorités compétentes considèrent comme admissibles dans des matériaux propres à une utilisation ou au rejet sans contrôle* » (article 1). Cette définition pose toutefois des difficultés d'application, dans la mesure où le règlement général de protection contre les rayonnements ionisants ne comporte pas encore de telles valeurs pour les activités professionnelles et les assainissements (section 3.2.2.4).

Les déchets radioactifs peuvent se présenter à l'état brut sous forme solide, liquide ou gazeuse. Dans certains cas, et sous certaines conditions, des installations possédant une autorisation nucléaire de l'AFCN peuvent effectuer des rejets limités et contrôlés d'effluents radioactifs gazeux ou liquides dans l'environnement. La toute grande partie des déchets radioactifs ⁷ est toutefois transformée en un produit solide par traitement et conditionnement, les colis de déchets conditionnés étant ensuite entreposés en attendant une solution opérationnelle pour leur gestion à long terme (section 4.2).

3.1.2 Etre présente sur le territoire belge ou se trouver à l'étranger tout en étant d'origine belge ⁸

Seuls doivent en principe être pris en charge par l'ONDRAF les déchets radioactifs situés sur le territoire belge. Dans certains cas se trouvent toutefois à l'étranger des déchets radioactifs belges ou d'origine belge qui devront à terme revenir en Belgique, car étant sous la responsabilité d'un propriétaire belge, comme par exemple les déchets radioactifs issus du retraitement de combustibles nucléaires irradiés belges.

⁷ A l'exception des déchets solides de longue durée de vie, et majoritairement de très faible et faible activités, entreposés sous forme vrac dans les installations d'entreposage provisoire UMTRAP et « Bankloop » d'Umicore à Olen (sections 10.2.5 et 11.1.1.1).

⁸ Dans le cas du retraitement à l'étranger de combustibles irradiés belges, les contraintes liées au procédé de retraitement sont telles que la Belgique récupère non pas les déchets conditionnés issus du retraitement des combustibles belges, mais bien des déchets de retraitement conditionnés dont les caractéristiques radiologiques et physico-chimiques sont *équivalentes* à celles des combustibles envoyés pour retraitement. Cette équivalence est établie sur la base d'un système de gestion comptable des déchets, appelé système d'Unités de Résidus, établi par COGEMA (devenue AREVA NC). Les règles d'affectation et d'attribution des résidus qui en découlent ont été soumises par Synatom à l'ONDRAF et approuvées par lui.

3.1.3 Avoir fait (ou être susceptible de faire) l'objet d'une demande de prise en charge

La toute grande majorité des producteurs et propriétaires de déchets radioactifs s'adresse à l'ONDRAF pour qu'il prenne la gestion de leurs déchets radioactifs en charge. Producteurs et propriétaires ne sont toutefois pas tenus de faire cette demande. Ils peuvent entreposer eux-mêmes leurs déchets de façon provisoire à condition de respecter les conditions de l'autorisation d'entreposage dont ils ont alors dû faire la demande à l'AFCN. C'est ainsi par exemple que des hôpitaux et laboratoires de recherche entreposent des déchets radioactifs dont la durée de vie est suffisamment courte pour que leur niveau de radioactivité décroisse très rapidement et qu'ils puissent donc rapidement être considérés comme des déchets non radioactifs. L'ONDRAF est seule habilitée à assurer la gestion à long terme des déchets radioactifs et à exploiter des installations de dépôt.

Source : « substance radioactive, ou appareil ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants ou contenant des substances radioactives » (AR du 20 juillet 2001, article 2)

3.2 Portée du système de gestion

Bien que la définition de la portée théorique du système de gestion des déchets radioactifs sur la base des dispositions du cadre légal et réglementaire soit relativement aisée, il y a par contre un certain flou quant au statut de « déchet » ou au caractère radioactif (au sens de la loi du 15 avril 1994) de certaines substances. L'ONDRAF n'est donc pas présentement en mesure d'anticiper totalement quelles substances, parmi celles qui n'ont actuellement pas le statut de déchets radioactifs, prendront à terme ce statut. En d'autres termes, la portée effective de son système de gestion est actuellement plus restreinte que sa portée théorique.

L'analyse qui suit distingue les substances qui se trouvent dans le système de gestion de l'ONDRAF ou dont il sait qu'elles y entreront parce qu'elles seront déclarées comme déchets à l'ONDRAF et feront l'objet d'une demande de prise en charge (section 3.2.1), celles qui sont susceptibles d'entrer à terme dans son système de gestion mais dont le statut de « déchet radioactif » n'est actuellement pas établi (section 3.2.2) et celles qui en sont exclues par définition (section 3.2.3). Elle est récapitulée à la Table 1 (section 3.2.4).

A différents endroits du texte sont indiqués, à titre illustratif, des types de déchets conditionnés des catégories B et C (voir annexe A1) dans lesquels se retrouvent les (types de) substances mentionnées dans l'analyse qui suit. Les types de déchets de catégorie A dans lesquels ces substances peuvent également se retrouver *ne sont pas indiqués, car ils ne constituent pas l'objet du Plan Déchets*. Ceci dit, ils représentent plus de 80 % du volume estimé en 2009 (section 4.3.1) de l'ensemble des déchets des catégories A, B et C à gérer à long terme (section 4.2.3).

3.2.1 Substances qui se trouvent dans le système de gestion ou y entreront

Pour préparer et planifier l'exécution des différents volets de sa mission de gestion des déchets radioactifs, l'ONDRAF prend en compte non seulement les déchets radioactifs existants mais aussi les prévisions de production de déchets futurs, y compris les déchets radioactifs belges et d'origine belge actuellement à l'étranger et qui devront à terme revenir en Belgique. Il se base pour ce faire sur les informations que les producteurs de déchets radioactifs sont tenus de lui fournir dans le cadre de la mise à

Source orpheline :

« source dont le niveau d'activité au moment de sa découverte est supérieur au niveau d'exemption visé à l'annexe IA et qui n'est pas sous contrôle réglementaire, soit parce qu'elle n'a jamais fait l'objet d'un tel contrôle, soit parce qu'elle a été abandonnée, perdue, égarée, volée ou transférée à un nouveau détenteur sans notification en bonne et due forme à l'autorité compétente ou sans que le destinataire en ait été informé » (AR du 20 juillet 2001, article 2)

Pratique : « activité humaine susceptible d'accroître l'exposition des individus au rayonnement ionisant provenant d'une source artificielle ou d'une source naturelle de rayonnement lorsque des radionucléides naturels sont traités en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles, sauf dans le cas d'une exposition d'urgence » (AR du 20 juillet 2001, article 2)

jour périodique de son inventaire technique des déchets radioactifs (section 4.3) et dans le cadre des contrats qu'ils concluent avec lui pour l'enlèvement de leurs déchets.

A l'exception des sources* orphelines* (section 3.2.1.4) et des déchets militaires⁹ que l'ONDRAF est amené à prendre en charge, les substances qui se trouvent dans son système de gestion ou qui y entreront à terme sont issues de *pratiques** autorisées par l'AFCN ou d'assainissements de terrains présentant une pollution radioactive décidés par l'AFCN. Les valeurs qui permettent d'établir une distinction entre les substances considérées comme radioactives et les autres sont en effet des valeurs fixées par le règlement général de protection contre les rayonnements ionisants (appelées niveaux de libération* et d'exemption* pour les déchets solides et limites de rejets pour les effluents liquides et gazeux) [35], qui ne sont applicables qu'aux déchets issus de pratiques autorisées. Ces pratiques sont des activités qui mettent en jeu des substances radioactives en raison précisément de leur caractère radioactif, par opposition aux *activités professionnelles** (section 3.2.2.4).

Les substances qui se trouvent dans le système de gestion des déchets radioactifs de l'ONDRAF ou y entreront à terme peuvent être réparties en six groupes :

- les déchets radioactifs issus des pratiques autorisées présents sur le territoire belge (hors déchets contenus dans les installations d'entreposage autorisées d'Umicore) ;
- les déchets radioactifs issus du retraitement qui doivent encore revenir de l'étranger ;
- les déchets radioactifs belges temporairement à l'étranger autres que des déchets de retraitement ;
- les sources orphelines ;
- les déchets radioactifs contenus dans les deux installations autorisées d'entreposage provisoire d'Umicore à Olen (UMTRAP et « Bankloop ») ;
- les déchets radioactifs issus des assainissements déjà décidés par l'AFCN.

3.2.1.1 Déchets radioactifs issus des pratiques autorisées présents sur le territoire belge (hors déchets contenus dans les installations d'entreposage autorisées d'Umicore)

Les pratiques autorisées vont d'activités liées au cycle du combustible nucléaire (fabrication de combustibles et production d'électricité par les centrales nucléaires de Doel et de Tihange — voir Cadre 3 à la section 3.2.1.2) à la gestion même des déchets radioactifs (traitement, conditionnement et entreposage), en passant par des activités de recherche, la production de radionucléides à usage médical et industriel, l'utilisation de ces radionucléides à des fins de diagnostic médical (par exemple le technétium 99 métastable, utilisé en imagerie) ou thérapeutiques (par exemple le cobalt 60, utilisé en radiothérapie), ou encore l'utilisation en milieu industriel d'appareils de mesure contenant des sources radioactives (Figure 6) (pour une liste des principaux exploitants d'installations nucléaires autorisées, voir Table 2 à la section 4.3).

⁹ Le Ministère de la Défense possède son propre système d'autorisation. L'ONDRAF prend en charge de faibles quantités de déchets militaires conditionnés. Ce sont principalement des pièces de vieux cockpits d'avions et de tanks, comme de vieux cadrans et d'autres objets qui furent peints jadis avec des peintures contenant du radium afin de les rendre luminescents (ligne d-4 à l'annexe A1). (La Belgique ne possède pas d'armes nucléaires.)



Figure 6 – De gauche à droite et de haut en bas : boîtes à gants (actuellement démantelées) utilisées dans le passé par Belgonucleaire pour la fabrication de combustibles nucléaires (source : Belgonucleaire) ; intérieur du cœur du réacteur de recherche BR2 du SCK•CEN (source : SCK•CEN) ; laboratoire de production de radioéléments (source : IRE) ; utilisation d'une source radioactive en radiothérapie (source : Nagra) ; contrôle des soudures d'une conduite au moyen d'une source radioactive (source : Nagra).

Les déchets radioactifs issus des pratiques autorisées sont des déchets de production courante, y compris les déchets du retraitement des combustibles nucléaires irradiés (Figure 7), et des déchets issus du démantèlement des installations nucléaires. Ils sont de natures très diverses. Ce sont par exemple des pièces d'équipements mis hors service, des effluents de dissolution des combustibles irradiés, des tenues de protection, des résidus du traitement des eaux usées dans les centrales nucléaires, des filtres, des sources scellées, des déchets solides et des effluents liquides de laboratoire ainsi que, pour une large part, du béton et des métaux issus d'opérations de démantèlement. Les déchets traités et conditionnés qui ne sont pas rangés en catégorie A se retrouvent en catégorie B ou C.

Libération : désigne la soustraction de matières radioactives ou d'objets radioactifs associés à des pratiques autorisées à tout contrôle réglementaire ultérieur de l'autorité de sûreté

Exemption : désigne la détermination par l'autorité de sûreté qu'une source ou une pratique n'a pas à être soumise à certains ou à l'ensemble des éléments du contrôle réglementaire du fait que l'exposition (y compris l'exposition potentielle) due à la source ou à la pratique est trop faible pour justifier l'application de ces éléments

Activité professionnelle : « activité qui n'est pas une pratique mais qui implique la présence de sources naturelles de rayonnements ionisants et qui est susceptible d'entraîner une augmentation notable de l'exposition des personnes, non négligeable du point de vue de la protection contre les rayonnements ionisants » (AR du 20 juillet 2001, d'après l'article 1)



Figure 7 – Assemblage de combustible nucléaire et déchets métalliques récupérés lors du retraitement de combustibles (source : AREVA NC).

Deux types particuliers de déchets de production courante sont les combustibles nucléaires irradiés déclarés comme déchets par leur propriétaire ainsi que les quantités excédentaires de matières fissiles enrichies et de matières plutonifères déclarées comme déchets. A ce jour, l'ONDRAF n'a reçu aucune demande de prise en charge de combustibles irradiés des réacteurs nucléaires commerciaux belges ou de matières fissiles enrichies et de matières plutonifères déclarées comme déchets. Le statut (ressource ou déchet) de ces combustibles (section 3.2.2.1) et matières (section 3.2.2.3) n'est en effet actuellement pas précisé par leurs propriétaires, ce qui constitue une incertitude pour l'ONDRAF, particulièrement importante en ce qui concerne les combustibles commerciaux irradiés (section 10.2.1). Par contre, l'ONDRAF a reçu une demande de prise en charge des combustibles irradiés du réacteur de recherche Thétis de l'*Universiteit Gent* (ligne c1-2 à l'annexe A1), dont le démantèlement a commencé début 2010 (Figure 8). (Et l'ONDRAF assure l'entreposage de combustibles irradiés du réacteur de recherche BR3 du SCK•CEN (ligne c1-1 à l'annexe A1), à sa demande (Figure 8).)



Figure 8 – Déchargement à Belgoprocess des combustibles irradiés du réacteur de recherche Thétis de l'*Universiteit Gent* (source : Belgoprocess) et entreposage de combustibles irradiés du réacteur de recherche BR3 du SCK•CEN dans des conteneurs Castor sur le site BP1 de l'ONDRAF exploité par Belgoprocess (source : Belgoprocess/ONDRAF).

Il n'y a jamais eu d'activités d'enrichissement de l'uranium en Belgique, il n'y a plus d'activités d'extraction¹⁰ et depuis la fermeture en 1975 de l'usine-pilote de retraitement Eurochemic construite dans le cadre d'un projet expérimental de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), il n'y a plus d'activités de retraitement. Le site, les installations et les résidus des activités de retraitement d'Eurochemic (essentiellement lignes c3-1 à c3-9, c4-10 et c4-11 à l'annexe A1) ont été transférés à l'Etat belge fin 1981, aux termes d'un accord entre Eurochemic et le gouvernement belge. Eurochemic continua à gérer le site pour le compte du gouvernement jusque fin 1984, après quoi sa gestion fut transférée à la société Belgoprocess qui venait d'être créée en vue de la remise en service éventuelle des installations d'Eurochemic. Ce projet ayant été définitivement abandonné, l'Etat belge chargea fin 1986 l'ONDRAF de reprendre la totalité des actions de Belgoprocess ainsi que d'assurer la gestion des installations et des déchets provenant de l'exploitation d'Eurochemic et de démanteler ses installations désaffectées.

3.2.1.2 Déchets radioactifs de retraitement qui doivent encore revenir de l'étranger

A l'exception des deux premiers contrats de retraitement à l'étranger de combustibles des centrales nucléaires belges (40 tHM, tous deux conclus en 1976), les contrats de retraitement prévoient le retour en Belgique des déchets radioactifs issus du retraitement (Cadre 3, Figure 9). Ces autres contrats sont les deux contrats de retraitement de combustibles des centrales nucléaires (630 tHM) conclus en 1978 par Synatom avec COGEMA (devenue AREVA NC en 2006), installée à La Hague, en France (voir aussi section 3.2.2.1), ainsi que les contrats de retraitement de combustibles irradiés du réacteur de recherche BR2 du SCK•CEN. Ces derniers ont été conclus à la fin des années nonante avec COGEMA et avec UKAEA Ltd, site de Dounreay (Royaume-Uni), devenu DSRL (*Dounreay Site Restoration Limited*) en 2008.

Du reste, l'article 8 de la loi de programme française du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs [38] dispose que la France ne peut assurer la gestion à long terme de déchets radioactifs étrangers et que les déchets radioactifs de retraitement doivent être renvoyés dans le pays dont proviennent les combustibles qui ont été retraités.

L'ONDRAF prend les déchets de retraitement en charge à leur retour en Belgique (lignes b2-1 à b2-5 et c2-1 à c2-3 à l'annexe A1).

¹⁰ Il s'agissait d'extraction d'uranium dans l'industrie des phosphates et d'extraction de radium et d'uranium à partir de minerai d'uranium à Olen.

Cadre 3 – Cycle du combustible nucléaire UO₂ : de l'extraction de l'uranium à la gestion à long terme des déchets radioactifs

L'uranium, le combustible nucléaire le plus courant, est un minerai relativement abondant dans l'écorce terrestre. Comme les autres minerais, il doit être *extrait* pour pouvoir être utilisé.

L'uranium naturel se présente sous la forme d'un mélange d'uranium-235 et d'uranium-238 essentiellement. L'uranium-235, qui ne représente que 0,7 % du mélange, est fissile. Comme la plupart des réacteurs nucléaires nécessitent un combustible dont la teneur en uranium fissile est plus élevée, l'uranium naturel doit être *enrichi* en uranium-235, opération qui conduit parallèlement à la production d'uranium appauvri.

Durant la *fabrication* du combustible nucléaire, l'oxyde d'uranium est comprimé en pastilles, qui sont empilées dans des gaines étanches pour former des crayons de combustible, qui sont ensuite réunis en assemblages de combustible.

Les assemblages de combustible sont alors chargés dans le réacteur, où le combustible est *utilisé*. Les diverses réactions qui prennent place dans le cœur du réacteur transforment le combustible, qui se dégrade au fil du temps. Après quatre ans environ, le combustible doit être retiré du réacteur, bien qu'il contienne encore d'importantes quantités de matières fissiles.

A sa sortie du réacteur, le combustible irradié peut soit être considéré comme un déchet radioactif, auquel cas le cycle du combustible est dit *ouvert*, soit être considéré comme une matière valorisable, auquel cas le cycle du combustible est dit *fermé*. Dans ce dernier cas, le combustible est *retraité* afin de récupérer l'uranium inutilisé et le plutonium produit. L'uranium et le plutonium, qui représentent environ 95 % de la masse d'uranium de départ, peuvent ensuite être recyclés dans la fabrication de nouveaux combustibles, les 5 % restants étant transformés en déchets radioactifs.

Les déchets radioactifs du cycle du combustible, qu'il soit ouvert ou fermé, doivent être *gérés*, y compris à long terme, de manière telle que l'homme et l'environnement soient protégés des risques qu'ils présentent.

Les seules opérations du cycle du combustible effectuées en Belgique sont la fabrication de combustibles neufs, leur utilisation dans les centrales nucléaires et la gestion des déchets radioactifs résultants. Il n'y a jamais eu d'activités d'enrichissement. Il n'y a plus d'activités d'extraction ni d'activités de retraitement.

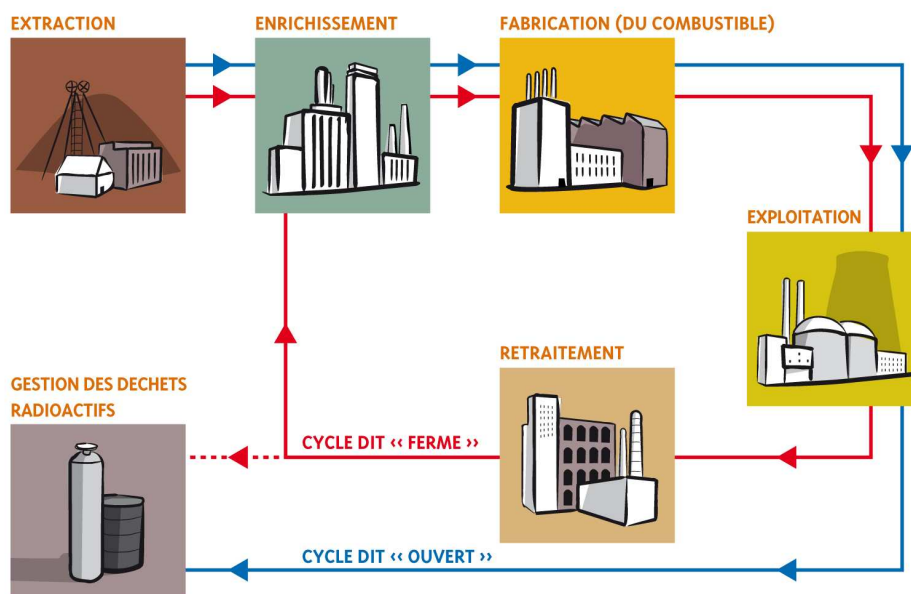




Figure 9 – Remplissage d'un conteneur de déchets vitrifiés issus du retraitement (source : AREVA NC) et transbordement d'un emballage de transport blindé contenant 28 conteneurs de déchets vitrifiés (source : Belgoprocess).

3.2.1.3 Déchets radioactifs belges temporairement à l'étranger autres que des déchets de retraitement

Les déchets radioactifs belges autres que des déchets de retraitement qui peuvent se trouver à l'étranger doivent également revenir à terme en Belgique. L'ONDRAF prend ces déchets en charge à leur retour en Belgique. Ce sont principalement des filtres qui concentrent la contamination (dans le cas de traitements de pièces ou d'équipements par décontamination) et des scories métalliques (dans le cas du recyclage de métaux en fonderie nucléaire, principalement par Studsvik, en Suède). Ces déchets relèvent exclusivement de la catégorie A.

3.2.1.4 Sources orphelines

Outre les sources utilisées dans le cadre de pratiques autorisées (section 3.2.1.1), il existe des sources qui ne sont pas sous contrôle réglementaire, par exemple parce qu'elles sont antérieures au régime des autorisations, parce qu'elles n'y sont pas soumises ou parce qu'elles ont été perdues ou abandonnées. Ces sources, qui sont susceptibles de se retrouver mélangées à des déchets conventionnels, peuvent être détectées par les portiques de détection des substances radioactives installés à l'entrée des centres d'enfouissement technique ou des installations de traitement des déchets conventionnels. Ce sont par exemple des détecteurs de fumée ionisants, des paratonnerres radioactifs (dont l'installation est interdite depuis 1985 et qui sont totalement interdits depuis 2006 — Figure 10), des objets recouverts de peinture luminescente au radium, des déchets médicaux de courte durée de vie et, parfois, des sources scellées utilisées à des fins médicales ou provenant d'appareils de mesure et de contrôle utilisés en milieu industriel. Si leur propriétaire ne peut être identifié et que l'AFCN les déclare comme déchets à l'ONDRAF, celui-ci les prend en charge (ligne d-2 à l'annexe A1 ; pour le financement de la gestion des sources orphelines, voir section 4.4).



Figure 10 – Paratonnerre radioactif et détecteurs de fumée.

3.2.1.5 Cas particulier des deux installations autorisées d’entreposage provisoire d’Umicore à Olen (UMTRAP et « Bankloop »)

Umicore (ancienne Union Minière) possède deux installations d’entreposage à Olen — l’installation UMTRAP et l’installation « Bankloop » — autorisées pour entreposage provisoire. Les substances qu’elles contiennent, des déchets non conditionnés de longue durée de vie, majoritairement de très faible et faible activités, ont donc par définition le statut de déchets radioactifs et leur gestion à long terme devra être assurée par l’ONDRAF.

Différentes questions se posent actuellement quant à la poursuite de la gestion des installations UMTRAP et « Bankloop » (section 11.1.1.1). L’installation UMTRAP pose par ailleurs une question additionnelle, en ce sens qu’il est possible qu’une partie de son contenu ne pourra être gérée sur place et devra donc en être extraite, le cas échéant pour être intégrée dans la future installation de gestion à long terme des déchets B&C (section 10.2.5). Aucune de ces questions ne remet toutefois en cause le besoin d’une décision de principe pour la gestion à long terme des déchets B&C et la solution de gestion que l’ONDRAF préconise (chapitre 8).

3.2.1.6 Déchets radioactifs issus des assainissements déjà décidés par l’AFCN

La décharge D1 d’Umicore à Olen, qui contient des déchets radifères et chimiques, a fait en 2000 l’objet d’une décision d’assainissement, à terme, par le Service de Protection contre les radiations ionisantes (SPRI), l’autorité de sûreté de l’époque [39]. Les modalités d’assainissement radiologique de cette décharge doivent encore être établies (section 11.1). La gestion à long terme des substances radioactives qui seront issues de cet assainissement devra être assurée par l’ONDRAF.

3.2.2 Substances susceptibles d’entrer à terme dans le système de gestion

Certains groupes de substances dont il n’est actuellement pas établi qu’elles répondent à la définition de substance radioactive ou dont le statut de déchet n’est actuellement pas établi, et qui ne rentrent donc pas dans le système de gestion de l’ONDRAF, ont

néanmoins été identifiés comme étant susceptibles de répondre à terme à la définition de déchet radioactif suite à des décisions extérieures à l'ONDRAF. Ils entreraient alors dans le système de gestion de l'ONDRAF. Ces différents groupes de substances sont les suivants :

- les combustibles irradiés non retraités des centrales nucléaires ;
- l'uranium et le plutonium issus du retraitement ;
- les matières fissiles enrichies et les matières plutonifères ;
- les déchets d'assainissements.

3.2.2.1 Combustibles irradiés non retraités des centrales nucléaires

En application de la résolution du 22 décembre 1993 de la Chambre [40], confirmée par le Conseil des ministres la même année et reconfirmée par lui le 4 décembre 1998 [41], la Belgique a suspendu en 1993 le retraitement (voir Cadre 3 à la section 3.2.1.2) des combustibles irradiés des centrales nucléaires, aussi appelés combustibles commerciaux irradiés.

« La Chambre [...] charge le gouvernement : 1) de ne plus privilégier à l'avenir la stratégie du retraitement par rapport à la stratégie du conditionnement et de l'évacuation directe [...]. Le gouvernement [...] doit créer les conditions permettant de développer la stratégie du conditionnement et de l'évacuation directe en tant qu'alternative ; 2) pendant une période de 5 ans : de ne pas exécuter le contrat de retraitement conclu en 1990 ; de ne pas lever les options prévues par ce contrat, que la Belgique devait lever en 1995 ; de ne négocier aucun contrat nouveau pendant cette période consacrée à l'examen des alternatives ; »

Selon le compte rendu de la séance du Conseil des ministres du 4 décembre 1998, « *Le Gouvernement demande également à Synatom de ne conclure aucun nouveau contrat de retraitement sans son accord formel* ».

Depuis l'entrée en vigueur de la suspension du retraitement, Electrabel entrepose les combustibles irradiés sur les sites des centrales (Figure 11). Leur propriétaire, Synatom, qui est responsable de la gestion tant des combustibles frais que des combustibles irradiés, ne déclare pas ses combustibles irradiés comme matières excédentaires et n'en demande pas la prise en charge comme déchets par l'ONDRAF.

L'ONDRAF est confronté à une incertitude quant au fait de savoir s'il aura ou non à gérer les combustibles irradiés des centrales nucléaires et, dans l'affirmative, à partir de quand. Cette incertitude est au cœur d'une des principales questions connexes (section 10.2.1). La résolution de la Chambre du 22 décembre 1993 impose toutefois à l'ONDRAF de placer sur pied d'égalité l'étude de la gestion à long terme des déchets de retraitement et celle des combustibles irradiés non retraités (section 4.2.3). L'ONDRAF inclut donc ces derniers dans son inventaire technique des déchets (section 4.3) en tant que déchets de catégorie C (lignes b2-6 et b2-7 à l'annexe A1).

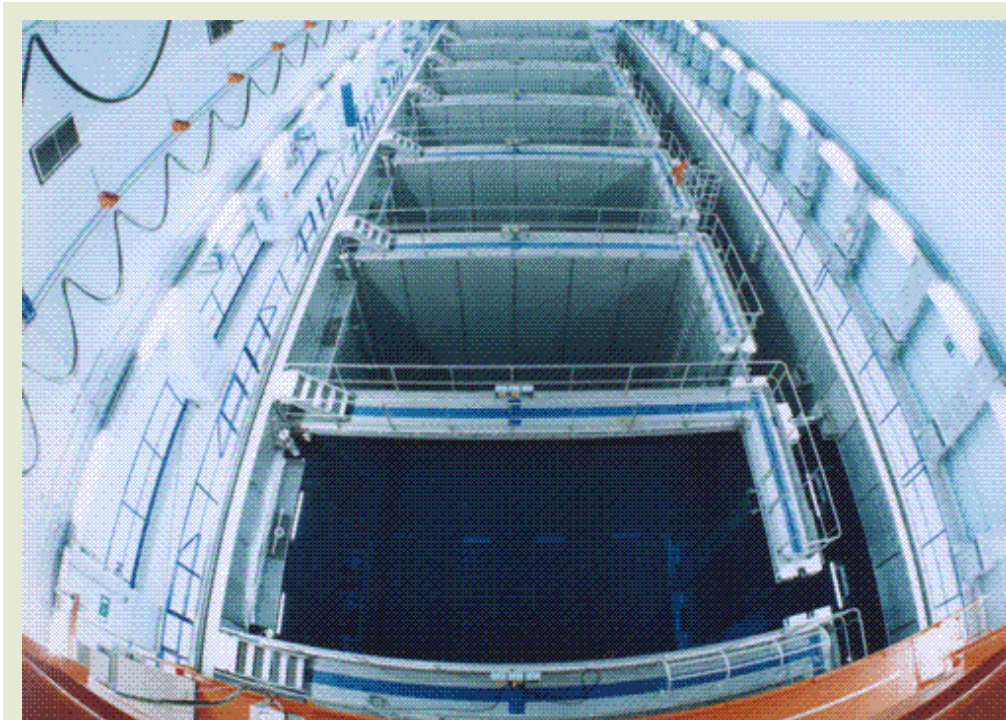


Figure 11 – Piscines d’entreposage des combustibles irradiés de Synatom à la centrale nucléaire de Tihange (source : Electrabel).

3.2.2.2 Uranium et plutonium issus du retraitement

L’uranium et le plutonium issus du retraitement des combustibles irradiés belges peuvent théoriquement entrer dans le système de gestion de l’ONDRAF. En pratique toutefois, ils n’y entrent actuellement pas. En effet,

- l’uranium et le plutonium récupérés lors du retraitement de combustibles commerciaux de Synatom ont été valorisés, notamment via la fabrication de nouveaux combustibles pour les centrales belges ;
- conformément aux dispositions contractuelles, l’uranium et le plutonium récupérés lors du retraitement à l’étranger des combustibles irradiés des réacteurs de recherche du SCK•CEN ne reviennent pas en Belgique.

3.2.2.3 Matières fissiles enrichies et matières plutonifères

Dans le cadre de sa mission dite d’« inventaire des passifs nucléaires », l’ONDRAF interroge les exploitants nucléaires sur les quantités de matières radioactives qu’ils détiennent. Selon cet inventaire [42], plusieurs exploitants détiennent des matières fissiles enrichies et/ou des matières plutonifères (matières hors combustibles, au sens de l’arrêté royal du 30 mars 1981) qu’ils ne déclarent pas comme excédentaires et dont ils ne demandent donc pas (et n’ont jamais demandé) la prise en charge comme déchets par l’ONDRAF. Cette situation place l’ONDRAF face à la question de savoir s’il aura un jour à gérer de telles matières et, dans l’affirmative, à partir de quand (section 10.2.4).

3.2.2.4 Déchets d'assainissements

Outre les cas liés aux situations d'urgence radiologique en cas d'accident survenu ou non sur le territoire national, certains types de situations sont susceptibles de présenter un risque d'exposition radiologique de longue durée pour l'homme et l'environnement, et donc de nécessiter des mesures de protection, même s'ils ne représentent généralement pas un danger immédiat pour la population et l'environnement. Bien que cette éventualité figure dans le règlement général de protection contre les rayonnements ionisants, en application de la directive européenne 96/29/Euratom sur le même sujet [43], ce règlement ne définit pas la procédure et les critères nécessaires à l'évaluation de ces situations et à la définition des mesures de protection à prendre, appelées *interventions**.

Les situations susceptibles de présenter un risque d'exposition radiologique de longue durée pour l'homme et l'environnement, et donc de nécessiter une intervention, sont de trois types.

- *Les activités industrielles faisant appel à des matières premières contenant des substances naturellement radioactives, sans que le caractère radioactif soit une propriété recherchée de ces substances.* Ces activités industrielles, qui ne doivent jusqu'à présent pas faire l'objet d'une autorisation nucléaire de l'AFCN, sont désignées dans le règlement général de protection contre les rayonnements ionisants sous le nom d'*activités professionnelles* (par exemple, activités de l'industrie des phosphates et activités de l'industrie cimentière – section 11.2). Les matières premières et les résidus des procédés qui contiennent des concentrations non négligeables en radionucléides naturels et peuvent donc entraîner un risque d'exposition aux rayonnements ionisants sont désignés par les acronymes NORM (*naturally occurring radioactive materials*) et TENORM (*technologically enhanced, naturally occurring radioactive materials*).

Le statut de « déchets » des résidus des procédés mis en œuvre dans les activités professionnelles n'est par ailleurs pas toujours clair. Les résidus de certaines de ces activités sont en effet utilisés comme matières premières pour d'autres activités professionnelles. De nouvelles filières de recyclage sont en outre actuellement envisagées. Ces recyclages peuvent contribuer à réduire les volumes de résidus à considérer *in fine* comme déchets radioactifs.

- *Les terrains qui présentent une pollution radioactive consécutive à des activités anciennes* (sections 11.1.1 et 11.3).
- *Les terrains qui viendraient à être contaminés suite à un accident survenu ou non sur le territoire national.*

L'AFCN développe actuellement le cadre réglementaire relatif aux interventions, en concertation avec l'ONDRAF et les Régions, ces dernières intervenant en tant qu'autorités compétentes en matière d'environnement (section 11.4).

Deux types d'interventions peuvent le cas échéant être décidés par l'AFCN pour parer les risques d'exposition radiologique de longue durée.

- La mise en œuvre d'un *plan de gestion des risques*, c'est-à-dire d'un ensemble de mesures administratives, éventuellement complétées par des mesures de contrôle, pour intervenir au niveau des *voies possibles d'exposition*. Un plan de gestion des

Intervention :
« activité humaine destinée à prévenir ou à réduire l'exposition des individus aux rayonnements ionisants à partir de sources qui ne font pas partie d'une pratique ou ne sont pas maîtrisées, en agissant sur les sources de rayonnement ionisant, les voies d'exposition et les individus eux-mêmes » (AR du 20 juillet 2001, article 2)

Déchets radioactifs d'origine étrangère :

« déchets radioactifs ayant obtenu leurs caractéristiques de radioactivité en dehors de la Belgique, sauf si cette radioactivité provient d'équipements et/ou de déchets d'origine belge traités à l'étranger » (AR du 30 mars 1981, article 1)

risques peut par exemple imposer de limiter l'affectation des terrains pollués à des usages précis ou imposer de les entourer d'une clôture afin d'éviter que des personnes non autorisées y accèdent. Un tel plan n'entraîne pas de production de déchets radioactifs et n'a donc pas d'impact sur les activités de gestion de l'ONDRAF.

- La réalisation d'un *assainissement* radiologique, c'est-à-dire d'un ensemble d'actions et de mesures destinées à intervenir à la *source de l'exposition*. Un assainissement peut notamment consister à mieux isoler la source de l'exposition de l'homme et de l'environnement, par exemple en interposant des barrières artificielles (comme des systèmes de couches de protection), ou à l'enlever, en tout ou en partie. Un assainissement génère par définition des déchets radioactifs, qui nécessitent une gestion spécifique à long terme, sur place ou dans une installation centralisée de gestion à long terme.

Tant que la réglementation relative aux interventions n'est pas complétée, l'AFCN ne dispose pas des éléments nécessaires pour pouvoir juger de façon systématique et cohérente l'ensemble des cas qui pourraient nécessiter des mesures d'intervention. L'ONDRAF n'est donc actuellement pas en mesure de prévoir la « production » de déchets radioactifs associés aux assainissements.

3.2.3 Substances exclues du système de gestion

Les déchets radioactifs d'origine étrangère* sont explicitement exclus du système de gestion de l'ONDRAF, à moins d'un accord de la tutelle de l'ONDRAF. Un seul accord de ce type existe à ce jour. Il autorise l'ONDRAF à prendre en charge, donc sans renvoi vers le pays d'origine, les très faibles quantités de déchets radioactifs du Grand-Duché de Luxembourg (maximum 0,1 m³ sous forme conditionnée par an ; ligne d-2 à l'annexe A1) [44]. La conclusion d'accords commerciaux de traitement et de conditionnement en Belgique de déchets radioactifs étrangers doit recevoir l'aval de la tutelle de l'ONDRAF. Ces accords doivent prévoir le renvoi vers le pays d'origine des déchets conditionnés ¹¹.

Les sous-produits des opérations du cycle du combustible nucléaire en amont de l'utilisation en réacteur sont par ailleurs exclus du système de gestion de l'ONDRAF si ces opérations s'effectuent à l'étranger, ce qui est conforme à la logique usuelle en matière d'activités économiques commerciales.

- Les résidus d'extraction de l'uranium (*tailings*) restent la propriété des sociétés actives dans l'extraction d'uranium.
- L'uranium appauvri et les autres résidus résultant de l'enrichissement de l'uranium naturel restent la propriété des sociétés qui pratiquent l'enrichissement. Il n'y a pas de sociétés de ce type en Belgique.
- Les résidus de la fabrication à l'étranger de combustibles nucléaires utilisés en Belgique restent la propriété du fabricant des combustibles.

¹¹ Il y a eu dans le passé quelques cas d'échanges, approuvés par les autorités compétentes, de faibles quantités de déchets étrangers traités et conditionnés en Belgique contre des déchets belges de caractéristiques radiologiques équivalentes.

3.2.4 Synthèse

La portée théorique et la portée effective du système de gestion des déchets radioactifs de l'ONDRAF peuvent être visualisées sous forme de table (Table 1). Cette table passe en revue de façon générique les pratiques et activités susceptibles d'être à l'origine de la production de déchets radioactifs de production courante ou de démantèlement et examine au cas par cas si les « sous-produits » de ces pratiques et activités répondent effectivement à la définition de déchet radioactif ayant fait ou étant susceptible de faire l'objet d'une demande de prise en charge par l'ONDRAF. L'appellation « sous-produits », bien que très vague, est utilisée parce qu'elle ne préjuge pas du caractère de « déchet » ou du caractère radioactif des matières et équipements identifiés comme étant susceptibles de répondre à la définition de déchets radioactifs.

La portée théorique du système de gestion des déchets radioactifs de l'ONDRAF, définie par le cadre légal et réglementaire, correspond aux lignes en vert et en gris de la table :

- les lignes en vert correspondent à des types de déchets radioactifs qui se trouvent dans le système de gestion de l'ONDRAF ou qui y entreront ;
- les lignes en gris correspondent à des types de substances qui ne sont pas dans le système de gestion de l'ONDRAF parce qu'elles ne répondent actuellement pas à la définition de déchets radioactifs mais qui entrent dans son champ d'application théorique et sont donc susceptibles d'entrer à terme dans son système de gestion, suite à des décisions extérieures à l'ONDRAF.

Les lignes en orange correspondent à des substances qui ne doivent pas être gérées par l'ONDRAF. Elles ne sont donc plus mentionnées dans la suite du texte.

Table 1 – Aperçu simplifié de la portée du système de gestion des déchets radioactifs de l'ONDRAF. En vert, les substances qui se trouvent effectivement dans le système ou y entreront à terme ; en gris clair, les substances qui s'inscrivent dans le champ d'application théorique du système de gestion mais qui en pratique ne s'y trouvent pas (encore) ; en orange, les substances qui en sont exclues. [✓ : oui ; ✗ : non]

origine	« sous-produit »	radioactif ?	déchet ?	sur le territoire belge ?	ayant fait ou susceptible de faire l'objet d'une demande de prise en charge ?	⇒	à gérer par l'ONDRAF ?	sections et parties
CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE COMMERCIAL								
Extraction	Résidus (<i>tailings</i>)	✓	✓	✗	✗	⇒	✗	3.2.3
Enrichissement	Uranium appauvri	✓	décision par propriétaire	✗	✗	⇒	✗	3.2.3
Fabrication du combustible	Matières / équipements	✓	✗	non pertinent	non pertinent	⇒	✗	-
	en Belgique	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, 2 ^e partie
à l'étranger	Matières / équipements	✓	✓	✗	✗	⇒	✗	3.2.3
Exploitation des centrales commerciales	Matières / équipements	✓	✗	non pertinent	non pertinent	⇒	✗	-
	Matières / équipements	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, 2 ^e partie
Retraitement à l'étranger des combustibles commerciaux	Combustibles irradiés non retraités	✓	décision par propriétaire	✓	décision par propriétaire	⇒	?	3.2.2.1, 2 ^e partie, 10.2.1
	Uranium et plutonium	✓	décision par propriétaire	ont été recyclés	si reprise du retraitement, décision par propriétaire	⇒	?	3.2.2.2, 10.2.1
Démantèlement des centrales commerciales	Résidus du retraitement	✓	✓	retour est contractuel	✓	⇒	✓	3.2.1.2, 2 ^e partie
	Matières / équipements	✓	✗	non pertinent	non pertinent	⇒	✗	-
	Matières / équipements	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, 2 ^e partie
RECHERCHE ET PILOTES, TRAITEMENT, CONDITIONNEMENT, ENTREPOSAGE, PRODUCTION DE RADIONUCLÉIDES À USAGE MÉDICAL ET INDUSTRIEL, UTILISATION DE SOURCES EN MILIEU MÉDICAL ET INDUSTRIEL, ...								
Exploitation réacteurs de recherche	Combustibles irradiés non retraités	✓	décision par propriétaire	✓	décision par propriétaire	⇒	✓ (un cas)	3.2.1.1, 2 ^e partie
Retraitement à l'étranger des combustibles de recherche belges	Uranium et plutonium	✓	décision par propriétaire	non renvoyés (contractuel)	décision par propriétaire	⇒	?	3.2.2.2
	Résidus du retraitement	✓	✓	retour est contractuel	✓	⇒	✓	3.2.1.2, 2 ^e partie
Retraitement en Belgique (Eurochemic)	Uranium et plutonium	✓	renvoyés au propriétaire	✗	✗	⇒	✗	3.2.1.1
	Résidus du retraitement	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, 2 ^e partie
Autres activités de recherche et activités diverses d'exploitation et de démantèlement	Matières / équipements	✓	✗	non pertinent	non pertinent	⇒	✗	-
	Matières / équipements	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, 2 ^e partie
	Matières fissiles enrichies et matières plutonifères excédentaires	✓	décision par propriétaire	✓	décision par propriétaire	⇒	?	3.2.2.3, 2 ^e partie, 10.2.4
Entreposage par Umicore de déchets radifères dans installations autorisées	Sources orphelines	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.4, 2 ^e partie
Assainissement d'une décharge de déchets radifères d'Umicore	Résidus d'activités anciennes	✓	✓	✓	décision par Umicore ou AFCN	⇒	✓ (à terme)	3.2.1.5, 10.2.5, 11.1.1.1
	Résidus d'activités anciennes	✓	✓	✓	décision par Umicore ou AFCN	⇒	✓ (à terme)	3.2.1.6, 10.2.5, 11.1.1.2
SUBSTANCES À L'ÉTRANGER								
d'origine belge (hors retraitement)	Résidus de traitement	✓	✓	retour est contractuel	✓	⇒	✓	3.2.1.3, 2 ^e partie
d'origine étrangère	Matières / équipements	✓	✓	✗	accord au cas par cas de la tutelle	⇒	si accord de la tutelle	3.2.3
ASSAINISSEMENTS FUTURS ÉVENTUELS								
... de sites présentant une pollution radioactive ancienne	Résidus d'activités anciennes	décision par AFCN	✓	✓	décision par propriétaire ou AFCN	⇒	système(s) de gestion à long terme à développer pour la prise en charge des matières qui auront été définies comme déchets radioactifs par l'AFCN	3.2.2.4, 11.1.1, 11.3
... de sites d'activités professionnelles	Résidus NORM et TENORM	décision par AFCN	décision par propriétaire ou AFCN	✓	décision par propriétaire ou débiteur désigné ou AFCN	⇒		3.2.2.4, 11.2
... en cas de pollution radioactive suite à un accident	Contaminations	décision par AFCN	✓	✓	décision par propriétaire ou AFCN	⇒		3.2.2.4



4 La gestion des déchets radioactifs et son financement

Le système de gestion des déchets radioactifs développé par l'ONDRAF (section 4.2) s'inscrit dans un cadre légal et réglementaire dont les principaux éléments sont repris ci-dessous (section 4.1). Ce système s'appuie, pour tous les aspects de sa mise en œuvre, sur une connaissance aussi précise que possible des quantités et types de déchets que l'ONDRAF est et sera amené à gérer (section 4.3). Il est financé par les producteurs de déchets radioactifs, selon le principe du *pollueur payeur* (section 4.4). Ce système a été décrit par l'ONDRAF dans un rapport détaillé [45].

4.1 Cadre légal et réglementaire

Dans l'exécution de sa mission, qu'il a synthétisée dans son *mission statement* comme suit :

« Au service de la collectivité, gérer tous les déchets radioactifs, aujourd'hui et demain, par le développement et la mise en œuvre de solutions respectueuses de la société et de l'environnement. »,

l'ONDRAF se conforme à différentes impositions et principes :

- les impositions des conventions et traités internationaux dont la Belgique est signataire et les impositions des directives européennes (section 4.1.1) ;
- les impositions du cadre légal et réglementaire belge (section 4.1.2) ;
- les principes et standards recommandés au niveau international (section 4.1.3).

4.1.1 Conventions et traités internationaux et directives européennes

Les conventions et traités internationaux dont la Belgique est signataire et qui sont pertinents en matière de gestion des déchets radioactifs sont notamment les suivants :

- traité instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (dit Traité Euratom, 1957) ;
- traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (dit Traité de non-prolifération ou TNP, 1968) ;
- convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets (dite Convention de Londres, 1972) et le protocole y relatif (1996) ;
- convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière (dite Convention d'Espoo, 1991) ;
- convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (dite Convention OSPAR, 1992) ;
- convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs (dite Convention commune, 1997) [8] ;
- convention sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement (dite Convention d'Aarhus, 1998).

Les principales directives européennes pertinentes en matière de gestion des déchets radioactifs sont les suivantes :

- directive 85/337/CEE du Conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement [46] ;
- directive 96/29/Euratom du Conseil du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants [43] ;
- directive 97/11/CE du Conseil du 3 mars 1997 modifiant la directive 85/337/CEE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement [47] ;
- directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine [48] ;
- directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement [9] ;
- directive 2003/4/CE du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2003 concernant l'accès du public à l'information en matière d'environnement et abrogeant la directive 90/313/CEE du Conseil [49] ;
- directive 2003/35/CE du Parlement européen et du Conseil du 26 mai 2003 prévoyant la participation du public lors de l'élaboration de certains plans et programmes relatifs à l'environnement [13].

4.1.2 Cadre légal et réglementaire belge

Les principaux textes du cadre légal et réglementaire belge pertinents en matière de gestion des déchets radioactifs, en dehors de ceux qui appartiennent au cadre légal déterminant les missions et fixant les modalités de fonctionnement de l'ONDRAF (section 2.1), sont les suivants :

- pour les aspects nucléaires (niveau fédéral) :
 - ▶ 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'AFCN [37] ;
 - ▶ arrêté royal du 20 juillet 2001 relatif au règlement général de protection contre les rayonnements ionisants [35] ;
 - ▶ loi du 2 août 2002 portant assentiment à la Convention commune [7]. Cette loi rend effectif l'engagement de la Belgique à respecter les critères et standards de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) en matière de gestion des déchets radioactifs et des combustibles irradiés, qui sont internationalement acceptés ;
- pour certains aspects environnementaux et de participation du public (compétences résiduelles au niveau fédéral) :
 - ▶ loi du 17 décembre 2002 portant assentiment à la Convention d'Aarhus [50] ;
 - ▶ 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 de ces plans et des programmes [12], qui transpose les directives 2001/42/CE et 2003/35/CE ;
 - ▶ loi du 5 août 2006 relative à l'accès du public à l'information en matière d'environnement [51], qui transpose la directive 2003/4/CE ;
- pour les autres aspects environnementaux et de participation du public (niveau régional) :
 - ▶ les différents éléments du cadre réglementaire des Régions.

4.1.3 Principes et standards recommandés au niveau international

Les principes liés à la gestion des déchets radioactifs recommandés au niveau international sont essentiellement les neuf principes de gestion des déchets radioactifs de l'AIEA [52], les dix principes fondamentaux de sûreté de l'AIEA [53] et les trois principes de base de la radioprotection de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) [26] (Cadre 4, Cadre 5 et Cadre 6). Ces principes se recouvrent partiellement. Ils sont développés dans un système hiérarchisé de standards internationaux et de recommandations au niveau de l'AIEA (*safety fundamentals, safety requirements, safety guides, ...*) (notamment [54, 55]) et dans un ensemble de recommandations de la CIPR (notamment [26, 56, 57, 58]). La stratégie communément acceptée et appliquée pour la gestion des déchets radioactifs est la stratégie de concentration et de confinement des déchets, avec isolation vis-à-vis de la biosphère, par opposition à une stratégie de dilution et de dispersion de la radioactivité dans l'environnement [52, 55].

Aux principes directement liés à la gestion des déchets radioactifs s'ajoutent différents autres principes :

- le principe éthique d'équité au sein d'une même génération (équité intragénérationnelle), que l'on retrouve dans le septième principe fondamental de sûreté de l'AIEA ;
- le principe éthique d'équité entre générations (équité intergénérationnelle), que l'on retrouve dans les principes 4 et 5 de la gestion des déchets radioactifs de l'AIEA, dans le septième principe fondamental de sûreté de l'AIEA et à l'article I^{er}, ii), de la Convention commune [8] : « *faire en sorte qu'à tous les stades de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs il existe des défenses efficaces contre les risques potentiels afin que les individus, la société et l'environnement soient protégés, aujourd'hui et à l'avenir, contre les effets nocifs des rayonnements ionisants, de sorte qu'il soit satisfait aux besoins et aux aspirations de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures de satisfaire les leurs.* » ;
- le principe de précaution (Cadre 1 à la section 1.2) ;
- les principes de gestion financière, principalement le principe du *pollueur payeur*.

Cadre 4 – Principes de gestion des déchets radioactifs de l'AIEA [52]

Les neuf principes de gestion des déchets radioactifs constituent la base de la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs [8], que la Belgique a ratifiée en 2002 [7].

1. *Protection de la santé humaine.* Les déchets radioactifs doivent être gérés de façon qu'un niveau acceptable de protection de la santé humaine soit assuré.
2. *Protection de l'environnement.* Les déchets radioactifs doivent être gérés de façon qu'un niveau acceptable de protection de l'environnement soit assuré.
3. *Protection au-delà des frontières nationales.* Les déchets radioactifs doivent être gérés de façon que leurs effets sur la santé humaine et l'environnement au-delà des frontières nationales soient pris en compte.
4. *Protection des générations futures.* Les déchets radioactifs doivent être gérés de façon que leurs effets prévus sur la santé des générations futures ne soient pas supérieurs aux niveaux pertinents qui sont acceptables aujourd'hui.
5. *Contraintes pour les générations futures.* Les déchets radioactifs doivent être gérés de façon à ne pas imposer de contraintes excessives aux générations futures.
6. *Cadre juridique national.* La gestion des déchets radioactifs doit s'inscrire dans un cadre juridique national approprié, qui répartit clairement les responsabilités et prévoit des fonctions de réglementation indépendantes.
7. *Maîtrise de la production de déchets radioactifs.* La production de déchets radioactifs doit être maintenue au niveau le plus bas qu'il soit possible d'atteindre.
8. *Liens d'interdépendance dans la production et la gestion des déchets radioactifs.* Les liens d'interdépendance existant entre toutes les étapes de la production et de la gestion des déchets radioactifs doivent être dûment pris en compte.
9. *Sûreté des installations.* La sûreté des installations de gestion des déchets radioactifs doit être assurée comme il convient pendant toute leur durée de vie.

Cadre 5 – Principes fondamentaux de sûreté de l’AIEA [53]

Les dix principes fondamentaux de sûreté sont applicables à toutes les circonstances et actes impliquant un risque radiologique et englobent donc le domaine de la gestion des déchets radioactifs. [traduction de l’ONDRAF]

1. *Responsabilité en matière de sûreté.* La responsabilité première en matière de sûreté doit incomber à la personne ou à l’organisme responsable des installations et activités entraînant des risques radiologiques.
2. *Rôle du gouvernement.* Un cadre juridique et gouvernemental efficace pour la sûreté, y compris un organisme de réglementation indépendant, doit être établi et maintenu.
3. *Capacité de direction et de gestion pour la sûreté.* Une capacité de direction et de gestion efficace de la sûreté doit être mise en place et maintenue dans les organismes qui s’occupent des risques radiologiques et les installations et activités qui entraînent de tels risques.
4. *Justification des installations et activités.* Les installations et activités qui entraînent des risques radiologiques doivent être globalement utiles.
5. *Optimisation de la protection.* La protection doit être optimisée de façon à apporter le plus haut niveau de sûreté que l’on puisse raisonnablement atteindre.
6. *Limitation des risques pour les personnes.* Les mesures de contrôle des risques radiologiques doivent protéger contre tout risque de dommage inacceptable.
7. *Protection des générations actuelle et futures.* Les générations et l’environnement actuels et futurs doivent être protégés contre les risques radiologiques.
8. *Prévention des accidents.* Tout doit être concrètement mis en œuvre pour prévenir les accidents nucléaires ou radiologiques et en atténuer les conséquences.
9. *Préparation et conduite des interventions d’urgence.* Des dispositions doivent être prises pour la préparation et la conduite des interventions d’urgence en cas d’incidents nucléaires ou radiologiques.
10. *Actions protectrices visant à réduire les risques radiologiques existants ou non réglementés.* Les actions protectrices visant à réduire les risques radiologiques existants ou non réglementés doivent être justifiées et optimisées.

Cadre 6 – Principes de radioprotection de la CIPR [26]

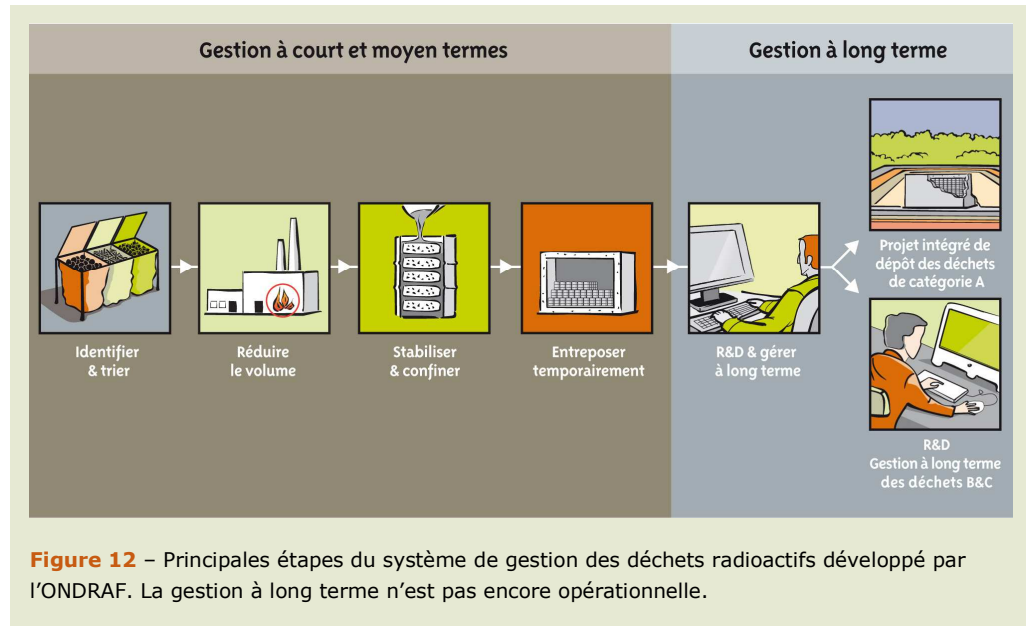
Les trois principes de radioprotection constituent la base du cadre légal et réglementaire, tant au niveau international qu’eupéen et national, pour la protection de l’homme et de l’environnement contre les rayonnements ionisants.

1. *Justification.* Toute décision qui modifie la situation d’exposition aux rayonnements doit faire plus de bien que de mal.
2. *Optimisation de la protection* (aussi appelé principe ALARA (*as low as reasonably achievable*)). La probabilité d’être exposé, le nombre de personnes exposées et le niveau de leurs doses individuelles doivent tous rester aussi faibles qu’il est raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociétaux.
3. *Application des limites de dose.* La dose totale reçue par un individu, due aux sources réglementées dans les situations d’exposition planifiée, autres que l’exposition médicale de patients, ne doit pas dépasser les limites appropriées indiquées par la [CIPR].

4.2 Description du système de gestion

Depuis le début des années quatre-vingt, l’ONDRAF a progressivement développé et mis en œuvre un système de gestion destiné à protéger l’homme et l’environnement des risques que présentent les déchets radioactifs qu’il prend en charge (Figure 12). Ce

Le système comporte actuellement deux grands groupes d'activités opérationnelles, qui sont centralisées à Mol-Dessel : les activités de gestion à court terme (section 4.2.1), et les activités de gestion à moyen terme (section 4.2.2). L'ONDRAF coordonne par ailleurs différents types d'activités en vue d'assurer la gestion à long terme des déchets (section 4.2.3). Deux activités sont transversales à l'ensemble du système de gestion : le transport des déchets et l'acceptation des déchets (section 4.2.4).



4.2.1 Gestion à court terme

Les activités de gestion à court terme, aussi appelées activités de gestion courante, sont bien maîtrisées. Elles comportent deux volets : les activités de *gestion à la source*, qui sont du ressort des producteurs de déchets radioactifs, et les activités de *traitement et conditionnement*.

4.2.1.1 Gestion à la source

Les activités de gestion à la source des déchets radioactifs commencent par la prévention de la production de déchets radioactifs, grâce à l'optimisation des pratiques industrielles dans ce sens, et la limitation des volumes de matières répondant à la définition de déchets radioactifs. Cette limitation peut s'obtenir par différents moyens : par exemple, l'optimisation des techniques de démantèlement des équipements et des installations nucléaires mis hors service, l'amélioration des techniques de décontamination et l'utilisation des possibilités de libération. Les producteurs de déchets radioactifs sont par ailleurs tenus de trier leurs déchets selon les directives de l'ONDRAF, de faire en sorte qu'ils répondent à ses critères d'acceptation et d'identifier clairement leur contenu radioactif et non radioactif en vue de leur prise en charge par l'ONDRAF.

4.2.1.2 Traitement et conditionnement

Le traitement et le conditionnement sont une suite d'opérations mécaniques, chimiques et physiques destinées à assurer la conversion des déchets radioactifs non conditionnés en colis répondant aux exigences opérationnelles de la manutention, du transport, de l'entreposage et de la gestion à long terme. Le traitement des déchets vise avant tout à concentrer le plus possible la radioactivité afin de réduire le volume de matières à considérer comme déchets radioactifs (Figure 13). Il vise aussi à mettre ces matières dans un état physique et chimique adéquat pour leur conditionnement. Le conditionnement des déchets traités se fait généralement par immobilisation des déchets dans une matrice de verre, de ciment ou de bitume coulée dans un emballage métallique cylindrique (Figure 13). Il permet d'obtenir un matériau solide et compact, chimiquement stable et non dispersable, dans la masse duquel est confinée la radioactivité.

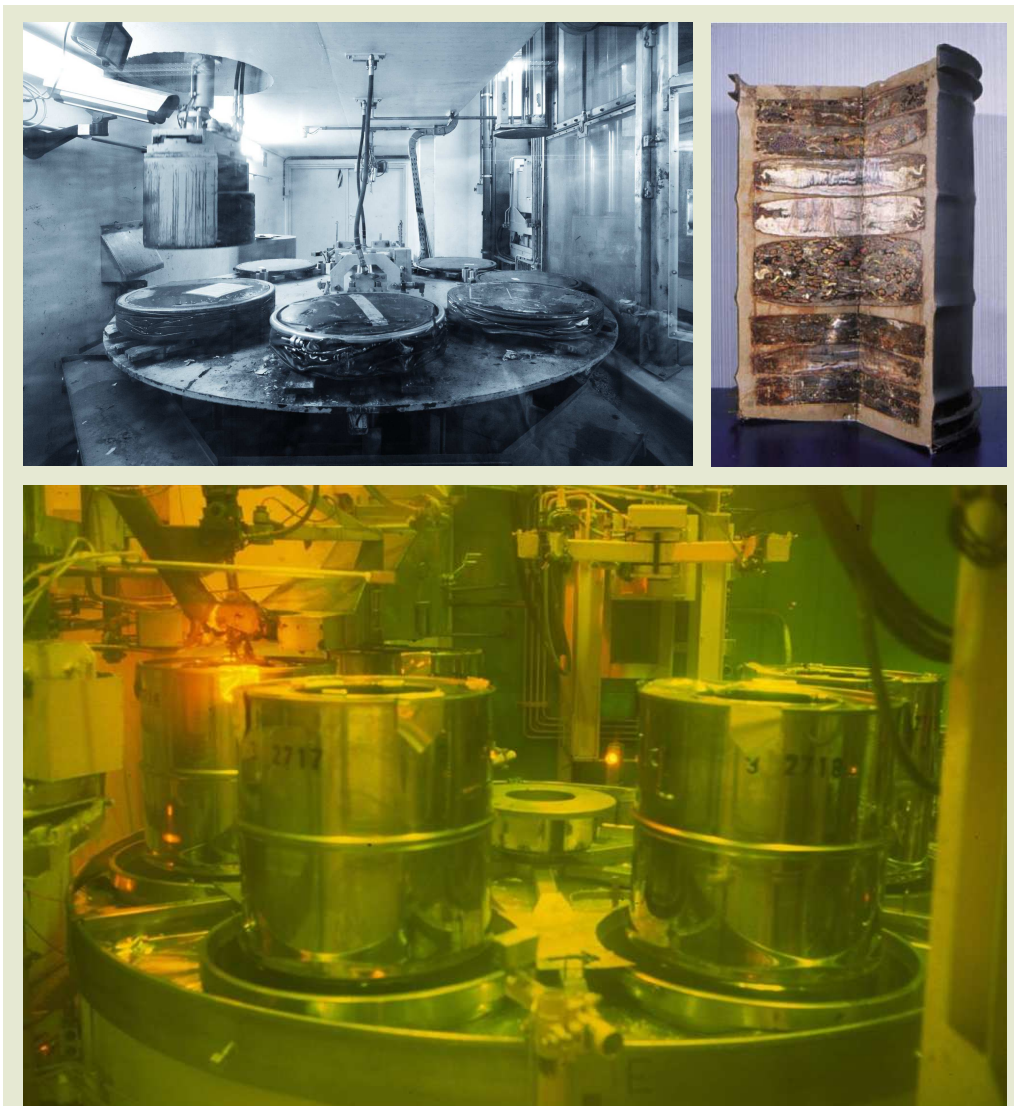


Figure 13 – En haut, traitement de déchets par compaction (source : Belgoprocess et Bonsai Publicatiebureau) et coupe d'un conteneur renfermant des galettes de déchets résultant de la compaction enrobées dans du ciment (source : Belgoprocess) ; en bas, conditionnement de déchets par enrobage dans du bitume (source : Belgoprocess).

Déchet radioactif ultime : déchet radioactif pour lequel il n'est pas raisonnablement envisageable (en termes techniques, de radioprotection ou financiers) qu'il puisse un jour faire l'objet d'un traitement ultérieur, que ce soit l'extraction de sa part valorisable ou la réduction de son caractère polluant ou dangereux.

La décision de déclarer qu'un déchet est un déchet ultime peut aussi être une décision de nature politique.

De manière générale, les activités de traitement et de conditionnement sont effectuées de façon centralisée dans le cadre du système de gestion de l'ONDRAF, qui en sous-traite l'exécution à Belgoprocess tout en assumant la responsabilité. Dans quelques cas minoritaires, des producteurs assurent eux-mêmes des activités de traitement et de conditionnement, sous le contrôle de l'ONDRAF, ou sous-traitent des opérations de traitement à l'étranger, mais récupèrent les déchets radioactifs correspondants. Par ailleurs, des déchets conditionnés ont été ou sont encore produits dans le cadre de l'exécution, à l'étranger, de contrats de retraitement de combustibles nucléaires irradiés (Figure 14).

Les déchets radioactifs traités et conditionnés sont des déchets radioactifs *ultimes*. C'est en particulier le cas de tous les déchets de catégorie B et des déchets de retraitement de catégorie C (pour la classification des déchets conditionnés, voir section 4.2.3).



Figure 14 – Déchets métalliques issus du retraitement de combustibles nucléaires irradiés (en haut à gauche) et ces mêmes déchets compactés en galettes (en bas à gauche) puis mis dans des conteneurs en acier inoxydable (à droite) (source : AREVA NC).

4.2.2 Gestion à moyen terme

Les activités de gestion à moyen terme sont bien maîtrisées. Ces activités sont l'entreposage provisoire des déchets conditionnés dans des bâtiments adaptés de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess et leur suivi dans le temps en attendant la réalisation d'une solution sûre pour leur gestion à long terme. Le suivi dans le temps vise à contrôler si les colis de déchets conditionnés restent conformes aux critères d'acceptation qui étaient applicables au moment de l'acceptation. Le premier contrôle de

suivi de colis témoins acceptés doit avoir lieu trois ans après l'acceptation des colis et les contrôles ultérieurs au minimum tous les dix ans pendant la période d'entreposage.

Les bâtiments d'entreposage sont conçus de manière à protéger l'homme et l'environnement des effets nocifs potentiels des déchets conditionnés qu'ils contiennent : l'épaisseur de leurs murs est d'autant plus importante que l'activité de ces déchets — faible, moyenne ou haute — est élevée et tous sont dotés de blindages appropriés de même, si nécessaire, que de systèmes de manutention des déchets commandés à distance (Figure 15 et Figure 16).

Les bâtiments d'entreposage pour les déchets B&C sont conçus pour avoir une durée de vie d'environ 75 ans, qui peut être prolongée jusqu'à 100 ans ou plus moyennant entretiens réguliers et remplacement *ad hoc* des équipements, pour autant que les dispositions des autorisations le permettent.



Figure 15 – Vue extérieure du bâtiment 127 de l'ONDRAF exploité par Belgoprocess, destiné à l'entreposage de déchets conditionnés de moyenne activité, et vue intérieure d'un de ses quatre bunkers. Les déchets sont manipulés grâce à un pont roulant commandé à partir d'une salle de commande séparée (source : Belgoprocess).

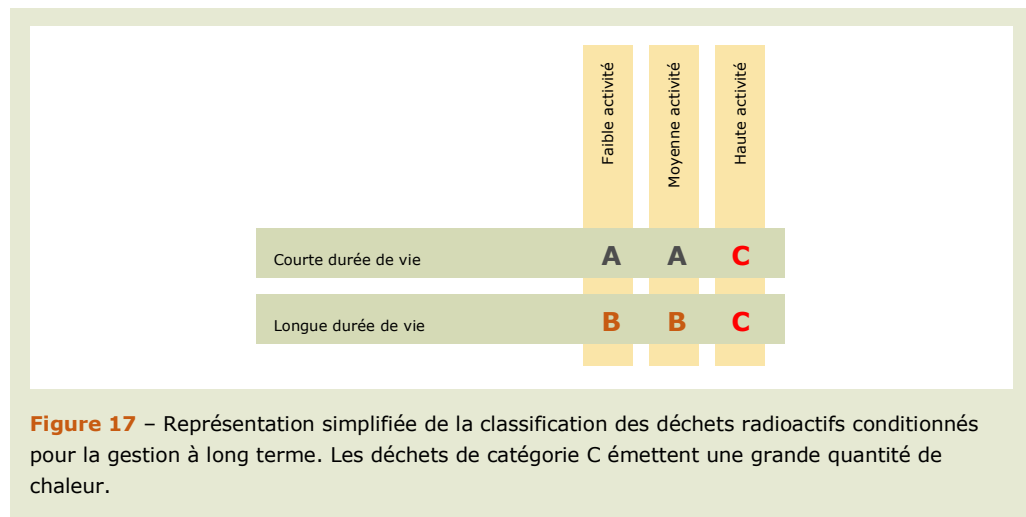


Figure 16 – Vues extérieure et intérieure du bâtiment 136 de l'ONDRAF exploité par Belgoprocess, destiné à l'entreposage de déchets conditionnés de haute et moyenne activités. Ce bâtiment a été conçu pour résister à des conditions externes extrêmes, comme des séismes, explosions ou chutes d'avions militaires. Les conteneurs de déchets de catégorie C, qui y sont manipulés à distance à partir d'une salle de commande blindée, sont empilés dans des silos équipés d'un système de ventilation destiné à évacuer la chaleur qu'ils dégagent. Par conteneur de 450 kg, cette chaleur est initialement comparable à celle d'un radiateur électrique domestique d'une puissance de 2 000 W (source : Belgoprocess).

4.2.3 Gestion à long terme

Pour la gestion à long terme, l'ONDRAF a adopté une classification en trois catégories compatible avec les recommandations internationales (Figure 17) [59]. Cette classification est basée sur le niveau d'activité et la durée de vie des radionucléides contenus dans les déchets au moment de leur conditionnement, qui sont des indicateurs respectivement de la dangerosité radiologique des déchets et de la durée du risque qu'ils présentent. Elle a été complétée par l'incorporation d'un paramètre thermique qui tient compte de l'évolution au cours du temps du niveau d'activité des déchets du fait de la décroissance radioactive.

- Les *déchets de catégorie A* sont des déchets conditionnés de faible et moyenne activité et de courte durée de vie qui contiennent des quantités limitées de radionucléides de longue durée de vie. Ils présentent un risque pendant quelques centaines d'années pour l'homme et l'environnement. Ils entrent en considération pour une mise en dépôt en surface.
- Les *déchets de catégorie B* sont des déchets conditionnés de faible et moyenne activité contaminés par des radionucléides de longue durée de vie en quantités telles qu'ils présentent un risque pendant plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années pour certains d'entre eux. Leur puissance thermique est éventuellement significative au moment de leur conditionnement mais ils dégageront trop peu de chaleur après leur période d'entreposage pour être rangés dans la catégorie C.
- Les *déchets de catégorie C* sont des déchets conditionnés de haute activité contenant de grandes quantités de radionucléides de longue durée de vie et qui, comme les déchets de catégorie B, présentent donc un risque pendant plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années pour certains d'entre eux. Leur puissance thermique au moment du conditionnement est supérieure à $20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}$ et restera supérieure à cette valeur jusque bien au-delà de la période actuellement considérée pour leur entreposage.



L'ONDRAF n'a pas encore de solution opérationnelle pour la gestion à long terme des déchets radioactifs qu'il prend en charge, mais une solution a été choisie au niveau institutionnel pour les déchets de catégorie A.

- *Déchets de catégorie A* Le Conseil des ministres a opté le 23 juin 2006 pour la mise en dépôt en surface de ces déchets sur le territoire de la commune de Dessel, dans le cadre d'un projet intégré, et le dossier est actuellement en phase de projet (Cadre 7).
- *Déchets des catégories B&C* Les déchets de catégorie B et les déchets de catégorie C sont considérés de manière groupée pour leur gestion à long terme, car le risque qu'ils présentent s'étend sur des échelles de temps comparables, soit plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années¹². Ils doivent, selon l'ONDRAF, être gérés à long terme dans le cadre d'une solution de gestion *centralisée*, c'est-à-dire une solution qui leur est commune et qui est réalisée sur un seul site.

L'ONDRAF mène depuis près de 30 ans des activités de RD&D qui s'inscrivent dans la ligne des recommandations internationales en matière de gestion à long terme des déchets conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie, à savoir la mise en dépôt géologique (section 8.1). Plus précisément, la solution étudiée est la mise en dépôt au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) dans une installation unique située sur le territoire belge. Le caractère prometteur de cette solution, en termes tant de sûreté que de faisabilité, n'a cessé d'être renforcé depuis le début des études. Le bien-fondé de cette solution a par ailleurs été confirmé à plusieurs reprises à partir de 1976 par différentes commissions et groupes de travail chargés par des instances institutionnelles de se prononcer sur les études en cours en matière de gestion à long terme des déchets B&C ou sur des questions liées à la politique énergétique de la Belgique. Ces confirmations n'ont toutefois à ce jour pas été confirmées de manière *formelle* au niveau fédéral.

Bien que l'ONDRAF ne gère actuellement aucun combustible irradié des centrales nucléaires de Doel et de Tihange, la résolution de la Chambre du 22 décembre 1993 qui impose une suspension du retraitement de ces combustibles [40] charge aussi le gouvernement « *de donner la priorité à la recherche et au développement, y compris dans un cadre international, en vue de pouvoir réaliser à terme l'évacuation directe du combustible irradié, sans réduire le programme de recherche actuel dans le domaine de l'évacuation des déchets de retraitement en couche profonde* ». L'ONDRAF a donc été amené à placer sur pied d'égalité l'étude de la mise en dépôt géologique des déchets de retraitement et celle des combustibles irradiés non retraités.

¹² Les déchets de catégorie B comprennent les déchets radifères entreposés sur les sites BP1 et BP2 de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess dont la gestion à long terme sera également examinée dans le cadre d'un futur plan de gestion dédié à l'ensemble de la problématique des déchets radifères (section 11.1). La perspective d'un tel plan ne remet pas en cause les considérations et conclusions relatives aux déchets B&C développées dans le présent Plan Déchets, et en particulier aux déchets radifères de catégorie B.

Cadre 7 – Aperçu de l'évolution par étapes du programme de gestion à long terme des déchets de catégorie A [60]

Le dossier catégorie A évolue par étapes, selon un processus décisionnel tracé dès 1998.

- Le **16 janvier 1998**, le Conseil des ministres a opté « pour une solution définitive ou à vocation définitive, progressive, flexible et réversible » pour la gestion à long terme des déchets de catégorie A, s'inscrivant ce faisant dans la ligne des dispositions du cadre légal et réglementaire de l'ONDRAF. D'après l'article 1 de l'arrêté royal du 30 mars 1981 [2], la gestion à long terme doit être telle que les déchets placés dans l'installation de gestion à long terme le soient sans qu'il y ait intention de les récupérer : en d'autres termes, elle doit apporter une solution à vocation définitive. Ceci n'exclut par pour autant de prévoir la possibilité de récupérer les déchets relativement aisément pendant un certain temps. La décision de 1998, qui définissait l'orientation générale à suivre pour la gestion à long terme des déchets de catégorie A, correspond dans l'esprit à la décision de principe qui sera demandée sur la base du Plan Déchets pour la gestion à long terme des déchets B&C. Elle s'est basée sur une comparaison, notamment des points de vue sûreté et environnement, des diverses options envisageables pour la gestion à long terme des déchets de catégorie A [61].
- Le **23 juin 2006**, le Conseil des ministres optait ensuite pour la mise en dépôt en surface des déchets de catégorie A sur le territoire de la commune de Dessel, à proximité des installations centralisées existantes de traitement, conditionnement et entreposage. Cette décision a été prise sur la base de quatre avant-projets intégrés de dépôt¹ développés dans le cadre de partenariats établis sur base volontaire entre l'ONDRAF et les communes de Mol et de Dessel. Les projets techniques, développés à partir de propositions fournies par l'ONDRAF, s'inscrivaient dans des projets plus vastes, comportant une importante dimension sociétale.



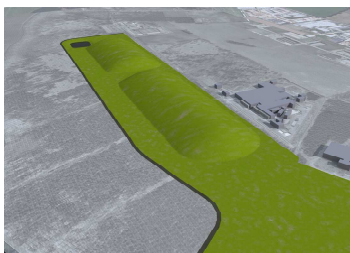
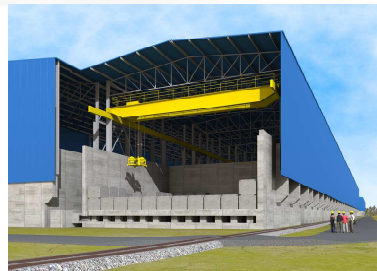
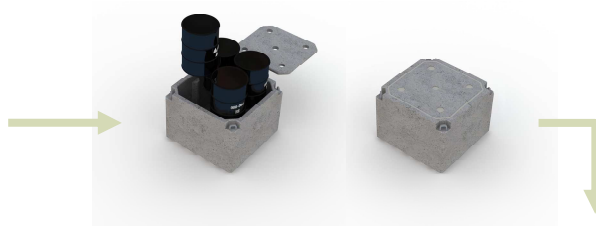
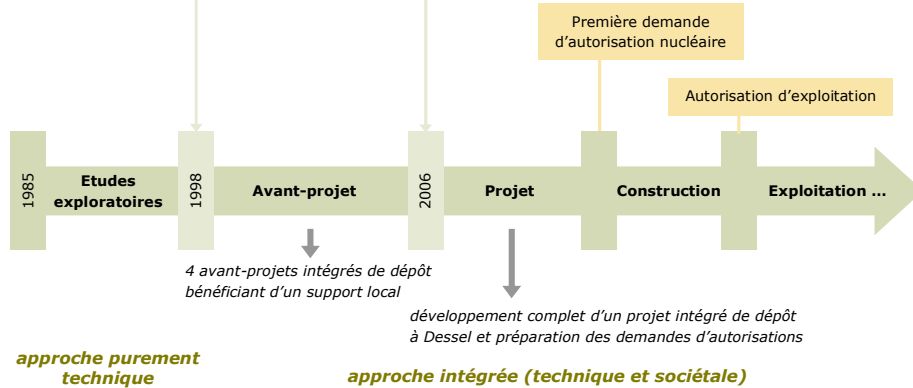
Réunion de l'ancien partenariat STOLA à Dessel (devenu depuis le partenariat STORA).

- **Actuellement**, le dossier catégorie A est en phase de projet. L'ONDRAF effectue les études de détail du projet intégré de dépôt en surface et prépare le dossier de sûreté et l'étude d'incidences environnementales (*project-milieu effectenrapport* ou *project-MER*, conformément à la réglementation régionale flamande) nécessaires pour pouvoir introduire progressivement les demandes d'autorisations (autorisation nucléaire et permis d'environnement) en vue d'entamer la construction des installations. Les études de détail du projet intégré de dépôt se font en concertation étroite avec les populations locales concernées, via les partenariats STORA (à Dessel) et MONA (à Mol).

¹ Un cinquième avant-projet intégré de dépôt a été développé dans le cadre d'un partenariat établi entre les communes de Fleurus et Farciennes et l'ONDRAF mais n'a finalement pas été proposé au gouvernement, conformément à la décision du conseil communal de Fleurus.

Décision du Conseil des ministres du 16 janvier 1998
 en faveur d'une solution définitive ou à vocation définitive, avec demande à l'ONDRAF qu'il focalise ses travaux sur le dépôt en surface et le dépôt géologique et qu'il développe les méthodes permettant d'intégrer un projet de cette nature au niveau local

Décision du Conseil des ministres du 23 juin 2006
 en faveur d'un projet intégré de dépôt en surface à Dessel, avec maintien du processus participatif



La mise en dépôt en surface des déchets de catégorie A (phase de projet). Les colis de déchets sont placés dans des caissons en béton, qui sont alors fermés par un couvercle en béton. Les espaces laissés vides dans les caissons sont remplis avec un mortier d'immobilisation, injecté par des orifices dans le couvercle, ce qui aboutit à la formation de monolithes. Ceux-ci sont déposés par pont roulant dans les modules juxtaposés de l'installation de dépôt, qui sont protégés par un toit fixe en acier durant toute l'exploitation. Après remplissage complet des modules et placement d'une dalle de couverture en béton, le toit est remplacé par une couverture permanente peu perméable à l'eau constituée de diverses couches de protection naturelles et artificielles formant des tumuli.

En pratique, l'ONDRAF définit les activités de RD&D en matière de gestion à long terme, confie leur exécution à des partenaires scientifiques (universités, centres de recherche, etc.), à des bureaux d'études et à des partenaires industriels, en Belgique et à l'étranger, et assure l'intégration des acquis en vue de l'établissement des dossiers de sûreté (section 9.2). Il participe activement dans différents types de collaborations internationales (Cadre 8). Le SCK•CEN, qui a entamé les activités de RD&D en 1974, contribue toujours de façon importante au programme de l'ONDRAF. Les projets de démonstration à grande échelle et les expériences au sein du laboratoire souterrain construit sous son site dans l'Argile de Boom sont confiés à EURIDICE, le groupement d'intérêt économique créé en 1995 par l'ONDRAF et le SCK•CEN (à l'époque sous le nom de *groupement d'intérêt économique PRACLAY*) (section 8.1).

Cadre 8 – Collaborations internationales en matière de gestion à long terme des déchets radioactifs

L'ONDRAF est actif dans le cadre de différents types de collaborations internationales relatives à la gestion des déchets radioactifs : multilatérales dans le cadre de l'AIEA ou de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) par exemple, et bilatérales ou multilatérales avec d'autres agences nationales de gestion des déchets radioactifs. L'ONDRAF a en particulier conclu un accord trilatéral avec l'Andra (France) et la Nagra (Suisse), deux agences qui étudient également les formations argileuses comme formations hôtes pour la mise en dépôt géologique de déchets radioactifs. En 2010, il a conclu un accord de recherche et développement avec COVRA, son pendant néerlandais, sur les possibilités de mise en dépôt de déchets radioactifs dans des argiles peu indurées, et plus particulièrement dans l'Argile de Boom, sur les territoires nationaux respectifs.

La recherche et développement en matière de gestion des déchets radioactifs à travers le monde, au niveau tant des pays que des organisations internationales, suit une approche ouverte. En d'autres termes, les connaissances et l'expérience sont partagées, les ressources sont mises en commun et les informations sont publiées dans la littérature scientifique et évaluées par des pairs. Le Plan Déchets et le SEA reposent donc sur un socle de connaissances scientifiques et techniques qui dépasse de loin les connaissances acquises dans le cadre du programme belge.

4.2.4 Acceptation (ou assurance et contrôle de la qualité)

Les déchets radioactifs que l'ONDRAF prend en charge doivent posséder des caractéristiques jugées compatibles avec les exigences imposées par les étapes ultérieures de leur gestion, comme les transports, le traitement et le conditionnement (pour les déchets non conditionnés), l'entreposage et, au bout du compte, la solution prévue pour leur gestion à long terme, la solution de référence de l'ONDRAF étant, pour les déchets B&C, la mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) (chapitre 8).

La compatibilité des déchets avec les exigences imposées par les étapes ultérieures de leur gestion est assurée par le *système d'acceptation*, qui peut être vu comme la *combinaison d'un système d'assurance de la qualité de la chaîne de production des déchets conditionnés avec un système de contrôle de cette qualité* (Figure 18).

Le système d'acceptation comporte trois volets.

- L'établissement, par l'ONDRAF, des *critères* auxquels les déchets non conditionnés et conditionnés doivent satisfaire pour que l'ONDRAF les prenne en charge, ainsi que l'établissement des modalités du transfert de la propriété de ces déchets des producteurs à l'ONDRAF. Les critères d'acceptation ont été établis sur la base des *règles générales* élaborées par l'ONDRAF, conformément aux dispositions de l'arrêté royal du 16 octobre 1991 [4], et approuvées par l'autorité compétente le 10 février 1999. Ils prennent aussi en compte les dispositions des autorisations délivrées par l'AFCN pour le transport des déchets radioactifs et pour l'exploitation des installations de traitement, de conditionnement et d'entreposage de ces déchets. Une fois la solution de gestion à long terme des déchets B&C bien connue, les critères d'acceptation seront adaptés pour tenir compte des exigences propres à cette solution et, ultérieurement, des dispositions de l'autorisation nucléaire de création et d'exploitation à délivrer par l'AFCN et nécessaire pour pouvoir entamer la réalisation de la solution.
- L'*agrément*, par l'ONDRAF, conformément aux dispositions de l'arrêté royal du 18 novembre 2002 [62], des équipements et des procédés de traitement et de conditionnement (c'est-à-dire la confirmation de ce que ces installations et procédés sont aptes à produire des déchets conformes aux critères d'acceptation applicables), l'agrément des méthodes de détermination du contenu radiologique et des caractéristiques physico-chimiques des déchets non conditionnés et conditionnés, et l'agrément des bâtiments d'entreposage.
- L'*acceptation*, par l'ONDRAF, des colis de déchets (conditionnés ou non conditionnés) livrés par les producteurs, après vérification administrative et technique de leur conformité aux critères d'acceptation applicables. Elle s'accompagne du paiement par les producteurs des déchets d'un montant tarifaire destiné à couvrir le coût de leur gestion à moyen et long termes (section 4.4) et du transfert de la propriété des déchets à l'ONDRAF. En cas de livraison de déchets non conditionnés, les déchets sont acceptés une seconde fois par l'ONDRAF, après leur conditionnement par Belgoprocess. Les déchets déjà entreposés dans les bâtiments de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess avant l'entrée en vigueur du système d'acceptation début 1999 sont également soumis à ce processus d'acceptation formelle.

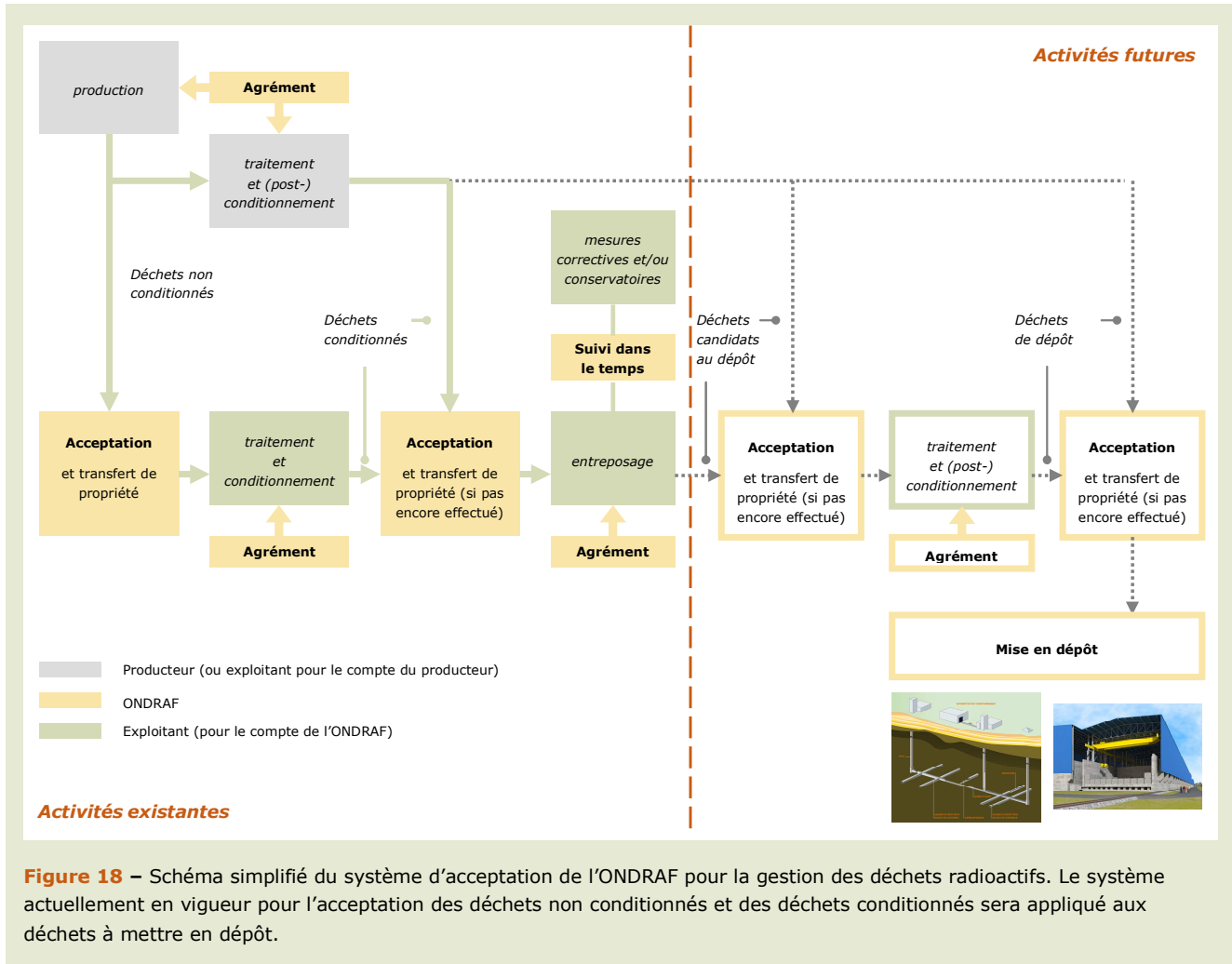


Figure 18 – Schéma simplifié du système d'acceptation de l'ONDRAF pour la gestion des déchets radioactifs. Le système actuellement en vigueur pour l'acceptation des déchets non conditionnés et des déchets conditionnés sera appliqué aux déchets à mettre en dépôt.

Le système d'acceptation est applicable aux déchets qui sont traités et conditionnés en Belgique ainsi qu'aux déchets issus du retraitement à l'étranger de combustibles irradiés belges et qui sont alors traités et conditionnés sur place avant d'être renvoyés en Belgique. Ces déchets sont les déchets issus du retraitement à La Hague de combustibles commerciaux de Synatom (Cadre 9) et les déchets issus du retraitement à La Hague et à Dounreay de combustibles du réacteur de recherche BR2 du SCK•CEN (voir aussi sections 3.2.1.1 et 3.2.1.2).

Les déchets radioactifs issus du traitement à l'étranger d'équipements et de matériaux contaminés d'origine belge, qui sont renvoyés en Belgique sous forme non conditionnée, doivent, conformément aux dispositions de l'article 10 de l'arrêté royal de 2002 [62], être accompagnés de dossiers de caractérisation détaillés répondant aux exigences de l'ONDRAF.

Cadre 9 – Le système d’acceptation appliqué aux déchets vitrifiés de catégorie C issus du retraitement par COGEMA (devenue AREVA NC) des combustibles irradiés de Synatom

L’acceptation par l’ONDRAF des déchets vitrifiés de catégorie C issus du retraitement par COGEMA des combustibles irradiés de Synatom se fait selon un système comparable à celui qui a été mis en place pour les déchets traités et conditionnés en Belgique. Ce système ayant toutefois été développé avant l’entrée en vigueur des règles générales, les critères d’acceptation ont dû être confirmés officiellement après l’entrée en vigueur de ces dernières ¹.

Avant d’utiliser le procédé de vitrification à grande échelle à La Hague, COGEMA a fait réaliser un important travail de définition de la composition du verre et de caractérisation par le Commissariat à l’énergie atomique (CEA — devenu Commissariat à l’énergie atomique et aux énergies alternatives en 2010, France), lequel a abouti à l’établissement en 1986 de la *spécification* des déchets vitrifiés. Cette spécification garantit un certain nombre de paramètres ayant trait principalement à la composition chimique du verre, à sa teneur en radionucléides ainsi qu’à son mode de production. Elle a été approuvée par les autorités de sûreté françaises ainsi que par les institutions compétentes des pays qui ont envoyé des combustibles irradiés pour retraitement à La Hague, soit l’Allemagne, la Belgique, le Japon, les Pays-Bas et la Suisse. Pour la Belgique, elle a été approuvée par l’ONDRAF, en 1992. Peu après, un programme de caractérisation indépendant mis en œuvre à la demande des clients de COGEMA a confirmé que les données fournies par COGEMA et son système d’assurance et de contrôle de la qualité étaient fiables.

Les *critères d’acceptation* relatifs aux conteneurs de déchets vitrifiés, établis par l’ONDRAF en 1995–1996, sont essentiellement basés sur la spécification COGEMA. Des documents similaires ont été établis par les organismes étrangers, notamment suisses, allemands et néerlandais, concernés par le retour de déchets de retraitement vitrifiés.

Le procédé et les installations de vitrification de COGEMA ont été *approuvés* par l’ONDRAF, ainsi que les méthodes de détermination des caractéristiques radiologiques et physico-chimiques documentées des conteneurs de déchets vitrifiés et les installations de mesure correspondantes. Cette approbation a été prononcée en 1997, au terme d’un processus en trois étapes :

- *examen du dossier technique de qualification de COGEMA* décrivant le fonctionnement des installations et formalisant et justifiant toutes les dispositions prises pour garantir que les conteneurs de déchets vitrifiés satisfont aux spécifications et critères d’acceptation applicables ;
- *vérification*, avec l’assistance de l’Andra (l’équivalent français de l’ONDRAF), *que les installations de vitrification respectent les conditions du dossier de qualification* ;
- *examen détaillé du système d’assurance et de contrôle de la qualité mis en place par COGEMA* pour garantir la conformité des conteneurs de déchets vitrifiés produits à la spécification. Compte tenu des efforts considérables nécessaires pour mettre au point des protocoles d’analyse et de mesure sur des conteneurs de déchets vitrifiés, et ce sans garantie d’obtenir des résultats satisfaisants, COGEMA a opté, sur recommandation du CEA, pour un contrôle étroit de tous les paramètres qui interviennent dans la production des déchets vitrifiés et dans l’évaluation des marges d’incertitudes. Ce choix a été accepté par les autorités françaises compétentes et par l’ONDRAF, et la confiance que l’on peut avoir dans cette approche a été confirmée par les résultats convergents des analyses menées de façon indépendante par le CEA et le JAERI (*Japan Atomic Energy Research Institute*) sur un échantillon de verre de haute activité.

L’approbation et l’entrée en vigueur des règles générales le 10 février 1999 a permis à l’ONDRAF de confirmer officiellement les critères d’acceptation applicables aux conteneurs de déchets vitrifiés produits par COGEMA.

L’*acceptation* des colis de déchets vitrifiés par l’ONDRAF, après vérification administrative et technique de leur conformité aux critères d’acceptation applicables, s’accompagne d’un paiement tarifaire par Synatom et implique un transfert de propriété des déchets de Synatom à l’ONDRAF.

¹ Le système d’acceptation applicable aux autres déchets conditionnés issus du retraitement par COGEMA des combustibles irradiés de Synatom a par contre été développé *avant* le conditionnement des déchets.

4.3 Inventaire technique des déchets radioactifs conditionnés

Pour pouvoir mener à bien sa mission, et en particulier orienter au mieux la RD&D, optimiser le traitement et le conditionnement, effectuer les évaluations de sûreté, concevoir et dimensionner les installations de gestion à moyen et long termes, et veiller à la constitution de provisions suffisantes pour couvrir les coûts associés, l'ONDRAF doit disposer d'un inventaire quantitatif et qualitatif de tous les déchets radioactifs conditionnés existants (y compris les déchets dits « des passifs nucléaires », où les passifs nucléaires sont ceux de Belgoprocess, du SCK•CEN et de l'Institut national des radioéléments ou IRE [45]) et dont la production est prévue. Cet inventaire comporte trois volets : un volet se rapportant aux *quantités*, un volet *radiologique* et un volet *physico-chimique*. Il est établi périodiquement, sur la base de la connaissance des déchets entreposés dans les bâtiments de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess et des *déclarations* des producteurs concernant leur production future totale de déchets de production courante et de déchets de démantèlement. Le dernier inventaire technique officiel de l'ONDRAF date de 2003 [63, 64, 65]. Il est actuellement en cours d'actualisation et devrait être disponible début 2012.

Les principaux producteurs de déchets radioactifs sont les exploitants des installations nucléaires autorisées dites de classes I ou II dans le règlement général de protection contre les rayonnements ionisants (Table 2).

- La *classe I* comprend notamment les réacteurs nucléaires utilisés à des fins de production d'électricité ou de recherche scientifique, toutes les autres installations dont les activités s'inscrivent dans le cadre du cycle du combustible, des installations qui produisent des radionucléides à grande échelle pour la médecine nucléaire, et des installations qui traitent et conditionnent des déchets radioactifs ou servent à leur entreposage.
- La *classe II* comprend notamment les cyclotrons et autres accélérateurs de particules, des installations d'entreposage ainsi que des installations utilisées en médecine nucléaire et en radiographie industrielle.

Table 2 – Principaux exploitants actuels des installations nucléaires autorisées de classes I et II et principales installations et équipements.

Principaux exploitants nucléaires	Principales installations et équipements
Activités liées au cycle du combustible nucléaire	
<i>fabrication de combustibles</i>	
FBFC International (Dessel)	Installations de fabrication d'assemblages de combustible UO ₂ à partir de poudres d'UO ₂ enrichi et installations d'assemblage de combustible MOX à partir de crayons de combustible MOX
Belgonucleaire (en démantèlement, Dessel)	Installations de fabrication de crayons de combustible MOX à partir de poudres d'UO ₂ et de PuO ₂
<i>production d'électricité (environ 55 % de la production nationale totale)</i>	
Electrabel (Doel et Tihange) (Synatom est propriétaire des combustibles)	7 centrales commerciales (indication de la date de connexion au réseau et de la capacité nette installée) Doel 1 : août 1974 (392 MWe) (actuellement 433 MWe) Doel 2 : août 1975 (433 MWe) Doel 3 : juin 1982 (1006 MWe) Doel 4 : avril 1985 (1008 MWe) Tihange 1 : mars 1975 (962 MWe) Tihange 2 : octobre 1982 (1008 MWe) Tihange 3 : juin 1985 (1015 MWe) Installations de traitement, conditionnement et entreposage, y compris installations d'entreposage des combustibles irradiés
Recherche	
Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SCK•CEN) (Mol)	Réacteurs BR1, BR2, BR3 (en démantèlement) et GUINEVERE ¹ , laboratoires de recherche et d'analyse
Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM) (Geel)	1 accélérateur linéaire, 1 accélérateur Van De Graaff, laboratoires de mesure
Universiteit Gent (Gent)	Réacteur Thétis (en attente de démantèlement), 1 cyclotron, des accélérateurs linéaires
Cinq autres universités belges	8 cyclotrons (dont 2 attachés à des hôpitaux universitaires), 2 accélérateurs linéaires
Production de radionucléides à usage médical et industriel	
Institut national des radioéléments (IRE) (Fleurus)	Installations de production de radionucléides
International Brachytherapy (Seneffe)	2 cyclotrons
Best Medical ² (Fleurus)	2 cyclotrons (dont 1 mis hors service)
IBA Radio-Isotopes (Fleurus)	1 cyclotron
Gestion des déchets radioactifs	
Belgoprocess (Dessel)	Installations de traitement, conditionnement et entreposage provisoire (appartenant à l'ONDRAF)
Umicore (Olen)	Installations d'entreposage provisoire UMTRAP et « Bankloop »
Divers	
<i>maintenance d'équipements utilisés sur différents sites de réacteurs en Europe</i>	
Westinghouse (Nivelles)	Installations de décontamination, de réparation et de test, et locaux techniques
<i>stérilisation par irradiation de matériel médical et chirurgical, d'équipements de laboratoire et d'aliments</i>	
Sterigenics (Fleurus)	Des centaines de sources scellées de haute activité

¹ Anciennement réacteur VENUS

² Anciennement MDS Nordion

4.3.1 Estimation 2009 des volumes de déchets conditionnés

Courant 2009, l'ONDRAF a actualisé son estimation des volumes de déchets conditionnés existants et dont la production est prévue dans le cadre du programme électronucléaire actuel afin de répondre à une demande du groupe GEMIX (annexe 7 dans [66]), le groupe d'experts nationaux et internationaux chargé, par arrêté royal du 28 novembre 2008 [67], de réaliser une étude destinée à présenter au gouvernement un ou plusieurs scénarios de mix énergétique idéal pour la Belgique. (Egalement à la demande du GEMIX, l'ONDRAF a réalisé des estimations similaires pour plusieurs scénarios de prolongation de la durée d'exploitation des centrales nucléaires — section 10.2.2.)

L'estimation 2009 tient compte des deux éléments de politique institutionnelle suivants :

- les dispositions de la loi du 31 janvier 2003 sur la sortie progressive de l'énergie nucléaire [68], qui interdit la construction et la mise en exploitation de nouvelles centrales nucléaires commerciales et impose la fermeture des sept centrales nucléaires commerciales existantes après 40 ans d'exploitation ;
- la résolution de la Chambre du 22 décembre 1993 (section 4.2.3) [40], qui a amené l'ONDRAF à placer sur pied d'égalité l'étude de la mise en dépôt géologique des déchets de retraitement et celle des combustibles irradiés non retraités. Le statut des combustibles irradiés (ressource ou déchet) n'est à ce jour toutefois pas fixé (section 10.2.1).

Selon l'estimation 2009 de l'ONDRAF (situation au 31 décembre 2008), qui ne constitue pas un inventaire officiel, les volumes de déchets des catégories A, B et C à gérer d'ici 2070, autrement dit d'ici la fin des activités de démantèlement de toutes les installations nucléaires existantes ou dont la construction était prévue au 31 décembre 2008¹³, sont les suivants (Table 3, Figure 19 et, pour un aperçu des origines et caractéristiques des déchets B&C existants ou prévus, voir annexe A1) (annexe 7 dans [66], [69]).

- 69 900 m³ de déchets de catégorie A. Ces déchets sont pour moitié environ des déchets issus du démantèlement des centrales nucléaires commerciales, le total des déchets de démantèlement représentant près de 75 % de l'ensemble des déchets de catégorie A. Les déchets de catégorie A représentent moins de 0,5 % de l'activité totale de tous les déchets.
- 11 100 ou 10 430 m³ de déchets de catégorie B, selon que la suspension actuelle du retraitement des combustibles commerciaux irradiés est levée ou qu'elle est maintenue. Ces déchets sont très diversifiés. Ils proviennent essentiellement des activités de recherche, de la fabrication des combustibles nucléaires, du retraitement des combustibles irradiés (y compris dans l'usine-pilote de retraitement Eurochemic) et du démantèlement des centrales nucléaires et des installations de recherche et de fabrication de combustibles. Ils représentent environ 2 % de l'activité totale de tous les déchets.
- 600 ou 4 500 m³ de déchets de catégorie C, selon que la suspension actuelle du retraitement des combustibles commerciaux irradiés est levée ou qu'elle est maintenue. Ces déchets sont les déchets vitrifiés issus du retraitement des

¹³ L'estimation 2009 ne comprend donc pas les déchets d'exploitation et de démantèlement du futur réacteur de recherche MYRRHA (*Multi-purpose hybrid research reactor for high-tech applications*) du SCK•CEN qui est en cours de développement.

combustibles commerciaux irradiés ainsi que les combustibles irradiés non retraités déclarés comme déchets. Ils représentent environ 97,5 % de l'activité totale de tous les déchets. (Les combustibles commerciaux qui ont été retraités représentent 12 % (tHM) du total des combustibles irradiés générés dans le cadre du programme électronucléaire tel que prévu par la loi de sortie du nucléaire, soit 40 ans d'exploitation des sept centrales nucléaires belges.)

Table 3 – Estimation des quantités et estimation des activités des déchets des catégories A, B et C à gérer d'ici 2070 [66, 69]. Les scénarios de reprise du retraitement et d'abandon définitif du retraitement sont mutuellement exclusifs.

Principaux types de déchets conditionnés à gérer	Estimation 2009 (40 ans d'exploitation des centrales)				
	vol. [m ³]	act. α [Bq] *	act. βγ [Bq] *		
Déchets de catégorie A (pour mémoire)	Total	69 900	< 2·10 ¹²	< 5·10 ¹⁶	
Déchets de catégories B&C <i>si reprise du retraitement (pour tous les combustibles, y compris les MOX)</i>					
Catégorie B : Centrales nucléaires commerciales					
Déchets de production courante					
	<i>Déchets d'exploitation d'Electrabel</i>	260	7,0·10 ¹⁰	3,0·10 ¹⁵	
	<i>Déchets de retraitement de Synatom</i>	940	2,3·10 ¹⁶	1,2·10 ¹⁸	
	Déchets du démantèlement des réacteurs d'Electrabel	900	4,7·10 ¹²	3,2·10 ¹⁷	
	Déchets de rénovation de Doel 1 et 2 et de Tihange 1	n.a.	n.a.	n.a.	

Catégorie B : Autres					
	Déchets de production courante (y compris déchets d'Eurochemic)	7 500	1,0·10 ¹⁶	6,0·10 ¹⁷	
	Déchets de démantèlement	1 500	< 1·10 ¹⁵	< 1·10 ¹⁶	
	Total	11 100	3,4·10 ¹⁶	2,1·10 ¹⁸	

Catégorie C : Centrales nucléaires commerciales et réacteurs de recherche					
	Déchets de retraitement	Total	600	6,0·10 ¹⁷	4,1·10 ¹⁹
Déchets de catégories B&C <i>si abandon définitif du retraitement</i>					
Catégorie B : Centrales nucléaires commerciales					
Déchets de production courante					
	<i>Déchets d'exploitation d'Electrabel</i>	260	7,0·10 ¹⁰	3,0·10 ¹⁵	
	<i>Déchets de retraitement de Synatom</i>	270	2,8·10 ¹⁵	1,4·10 ¹⁷	
	Déchets du démantèlement des réacteurs d'Electrabel	900	4,7·10 ¹²	3,2·10 ¹⁷	
	Déchets de rénovation de Doel 1 et 2 et de Tihange 1	n.a.	n.a.	n.a.	

Catégorie B : Autres					
	Déchets de production courante (y compris déchets d'Eurochemic)	7 500	1,0·10 ¹⁶	6,0·10 ¹⁷	
	Déchets de démantèlement	1 500	< 1·10 ¹⁵	< 1·10 ¹⁶	
	Total	10 430	1,4·10 ¹⁶	1,1·10 ¹⁸	

Catégorie C : Centrales nucléaires commerciales et réacteurs de recherche					
	Déchets de retraitement	70	3,6·10 ¹⁶	3,6·10 ¹⁸	
	Combustibles irradiés de Synatom (UO ₂ et MOX)	4 430	2,2·10 ¹⁸	4,0·10 ¹⁹	
	Total	4 500	2,2·10 ¹⁸	4,4·10 ¹⁹	

n.a. : Non applicable

* : Pour les déchets de catégorie A, l'activité donnée est celle à fin 2007. Pour les déchets de catégorie B, l'activité donnée est celle au moment du conditionnement (ou est l'activité estimée dans le cas des déchets prévus). Pour les déchets de catégorie C, l'activité donnée est celle 50 ans après la sortie du réacteur.



Figure 19 – En haut : démantèlement de l’usine-pilote de retraitement Eurochemic (source : Belgoprocess et Bonsei Publicatiebureau) ; en bas : démantèlement d’une pièce du réacteur de recherche BR3 (source : SCK•CEN).

4.3.2 Questions connexes relatives à l’estimation 2009

Outre la question de la suspension du retraitement des combustibles commerciaux irradiés et celle du statut des combustibles irradiés non retraités (section 10.2.1), l’ONDRAF a identifié plusieurs questions dont la réponse n’est pas de son seul ressort et qui sont susceptibles d’avoir un impact sur les volumes estimés de déchets conditionnés :

- une éventuelle prolongation de la durée d’exploitation des centrales nucléaires (section 10.2.2) ;
- un éventuel transfert de déchets de catégorie A vers la catégorie B (voire un transfert dans le sens inverse), consécutif aux impositions de la future autorisation

nucléaire de création et d'exploitation relative au dépôt en surface des déchets de catégorie A (section 10.2.3) ;

- la déclaration éventuelle par les producteurs concernés de tout ou partie de leurs matières fissiles enrichies et de leurs matières plutonifères en tant que déchets (section 10.2.4) ;
- les modifications éventuelles de l'inventaire en déchets radifères de la catégorie B (sections 10.2.5 et 11.1).

Pour pouvoir mener à bien sa mission de gestion des déchets radioactifs, l'ONDRAF devra recevoir une réponse à ces questions (section 10.2). L'absence actuelle de réponses ne remet toutefois pas en question la possibilité de prendre une décision de principe en matière de gestion à long terme des déchets B&C, ce qu'a confirmé le Comité d'avis SEA dans son avis relatif au projet de Plan Déchets et au SEA [33].

4.4 Financement du système de gestion

En application du principe du *pollueur payeur*, l'ONDRAF doit mettre ses coûts, évalués à prix de revient, à charge des bénéficiaires de ses prestations, en l'occurrence les producteurs de déchets radioactifs.

Le coût de la gestion des déchets radioactifs peut être scindé en trois postes :

- les activités de gestion à court terme,
- les activités de RD&D et les activités de type « processus participatif sociétal »,
- les activités de gestion à moyen et long termes.

4.4.1 Activités de gestion à court terme

Le financement des activités de gestion à court terme des déchets radioactifs est assuré par les producteurs de déchets dans le cadre de conventions avec l'ONDRAF qui prévoient une révision des tarifs tous les cinq ans. Depuis 1996, ces contrats sont basés sur un système de réservation de capacité qui prévoit que chaque grand producteur garantit le paiement à l'ONDRAF d'une fraction convenue des coûts fixes des installations et qu'il paiera les coûts variables d'exploitation engendrés par la gestion de ses déchets au fur et à mesure que ceux-ci sont acceptés par l'ONDRAF. En pratique, les producteurs paient leur part des coûts fixes selon un échancier contractuel et versent à l'ONDRAF les montants tarifaires correspondant au traitement et au conditionnement de leurs déchets non conditionnés au fur et à mesure que l'ONDRAF les accepte. Le financement des activités de l'ONDRAF directement liées à son système d'acceptation (principalement l'établissement des règles générales et des critères d'acceptation ainsi que l'agrément des installations de traitement et conditionnement — section 4.2.4) est par ailleurs assuré par des contrats spécifiques avec les producteurs.

4.4.2 Activités de RD&D et activités de type « processus participatif sociétal »

Le financement des activités de RD&D, qui sont axées principalement sur la gestion à long terme, est assuré par les producteurs de déchets au prorata de leurs prévisions de production de déchets, dans le cadre de conventions avec l'ONDRAF.

Le financement des activités de type « processus participatif sociétal » que l'ONDRAF entend mettre en place dans les meilleurs délais et qui se dérouleront durant l'ensemble du processus décisionnel destiné à accompagner le développement et la réalisation de la solution qui sera choisie pour la gestion à long terme des déchets B&C (chapitre 9) doit encore être organisé, puis confirmé au niveau institutionnel.

4.4.3 Activités de gestion à moyen et long termes

Le financement des activités de gestion à moyen et long termes des déchets radioactifs doit couvrir le coût des activités techniques ainsi que, dans le cas d'un projet de dépôt intégré comme par exemple celui du dépôt des déchets de catégorie A, les coûts des conditions dites « associées » qui permettent que le projet intégré dans son ensemble présente une valeur ajoutée pour les populations locales concernées. Des mécanismes doivent en effet assurer l'équité entre les populations qui servent l'intérêt général en acceptant les déchets sur leur territoire et le restant de la collectivité. Les coûts techniques sont couverts par les versements des producteurs de déchets dans un fonds centralisé, le *fonds à long terme*. Les coûts des conditions associées sont couverts par un autre mécanisme : le *fonds à moyen terme*.

Outre les provisions constituées par l'ONDRAF en vue de la gestion à moyen et long termes des déchets radioactifs qu'il prend en charge (section 4.4.3.1), des provisions sont constituées par des producteurs en prévision de leurs transferts futurs de déchets radioactifs à l'ONDRAF (section 4.4.3.2).

4.4.3.1 Provisions constituées par l'ONDRAF : suffisance et disponibilité

Les provisions destinées à couvrir les coûts techniques de la gestion à moyen et long termes des déchets radioactifs transférés à l'ONDRAF sont versées par les producteurs de déchets dans le fonds à long terme, créé conformément aux dispositions de l'article 16 de l'arrêté royal du 30 mars 1981 tel que modifié, et placé sous sa responsabilité. Un fonds d'insolvabilité a également été créé en vertu des dispositions de ce même arrêté. Enfin, le financement de l'intégration d'une installation de dépôt final dans une collectivité locale est réglé par la loi du 29 décembre 2010 [5], qui complète l'article 179, § 2 de la loi du 8 août 1980 relatif à l'ONDRAF en permettant à ce dernier de créer un fonds à moyen terme à cet effet. La loi de 2010 introduit par ailleurs dans la loi de 1980 la notion de fonds à long terme, déjà présente dans l'arrêté royal du 30 mars 1981.

Fonds à long terme

Le fonds à long terme « a pour objet de couvrir tous les coûts et investissements qui sont nécessaires en vue d'entreposer les déchets radioactifs et de construire, d'exploiter et de fermer des installations de dépôt final de déchets radioactifs, ainsi que d'en assurer le contrôle institutionnel, conformément aux autorisations délivrées pour exercer ces activités » [5]. Il ne vise pas à couvrir le coût de la récupération éventuelle des déchets mis en dépôt, dont le coût dans un futur éloigné est du reste impossible à évaluer.

S'inspirant du mécanisme des fonds de pension, l'ONDRAF a choisi de baser le fonds à long terme, qui est opérationnel depuis début 1999, sur un système de capitalisation. Les producteurs de déchets radioactifs l'alimentent à chaque fois qu'ils transfèrent de nouveaux déchets à l'ONDRAF, après vérification par l'ONDRAF que leurs déchets satisfont bien aux critères d'acceptation établis, le tout selon des modalités stipulées contractuellement.

Le mécanisme d'approvisionnement du fonds à long terme est tel qu'il garantit en principe à l'ONDRAF la couverture de ses coûts fixes à terme et qu'il lui assure la couverture de ses coûts variables au fur et à mesure qu'ils apparaissent. Il est applicable aux producteurs qui ont conclu des conventions pour l'enlèvement de leurs déchets avec l'ONDRAF et repose sur les trois éléments fondamentaux suivants :

- les *quantités contractuelles* : chacun des grands producteurs de déchets radioactifs annonce à l'ONDRAF son programme total de production de déchets, ce qui permet à l'ONDRAF de répartir ses coûts fixes entre eux ;
- le *paiement tarifaire* : chaque producteur verse au fonds à long terme une contribution (volume de déchets × tarif applicable à ces déchets) correspondant au coût total (coûts fixes et variables, marges pour aléas technologiques et de projet incluses) de la gestion à moyen et long termes des déchets que l'ONDRAF prend en charge ;
- la *garantie contractuelle* : chacun des grands producteurs s'engage à verser au fonds à long terme au minimum le montant des coûts fixes relatifs à la réservation de capacité qu'il a effectuée.

Les petits producteurs non conventionnés sont soumis à un tarif *all-in*. Le déficit éventuel d'alimentation du fonds à long terme est mis à charge des grands producteurs.

Les dispositions selon lesquelles le fonds à long terme doit fonctionner sont fixées dans des conventions, dites « contrats d'enlèvement », entre l'ONDRAF et les producteurs de déchets. Les hypothèses de travail de l'ONDRAF et les quantités contractuelles annoncées par les grands producteurs sont révisables sur une base *ad hoc*, afin de pouvoir ajuster les conditions financières à l'évolution des prévisions de production de déchets, à l'évolution des travaux en matière de gestion à long terme et à l'évolution du contexte économique.

Les principales hypothèses économiques des conventions en cours sont les suivantes.

- Déchets de catégorie A : ils seront mis en *dépôt en surface, sur un seul site*. Cette hypothèse a été confirmée par la décision du gouvernement du 23 juin 2006.

- Déchets B&C : les sept centrales nucléaires existantes seront exploitées durant 40 ans, conformément à la loi du 31 janvier 2003 sur la sortie progressive de l'énergie nucléaire, tous les combustibles irradiés (y compris les combustibles MOX) seront retraités et les déchets seront mis en dépôt géologique *sur un seul site* dès que raisonnablement possible, et en tout cas après 60 ans minimum d'entreposage en surface pour les déchets de catégorie C.

L'ONDRAF gère actuellement le fonds à long terme sur la base de la stratégie de placement définie par son conseil d'administration. Le Comité d'avis et d'audit du fonds à long terme (composé de représentants de l'ONDRAF, de l'Etat belge, de Synatom et d'Electrabel) suit et vérifie sa gestion. Selon l'ONDRAF, les caractéristiques du fonds à long terme sont telles qu'elles assurent une disponibilité satisfaisante des montants correspondants aux fonds versés par les producteurs [42].

Le mécanisme du fonds à long terme ne permet toutefois pas de faire face à certains cas particuliers, comme l'insolvabilité éventuelle de grands producteurs, ou de répercuter sur un producteur une éventuelle sous-estimation des coûts de gestion à long terme de ses déchets après que celui-ci a livré ses *derniers* déchets à l'ONDRAF et a effectué les paiements tarifaires correspondants au fonds à long terme. L'ONDRAF examine donc actuellement quels mécanismes de financement additionnels pourraient être mis en place afin de couvrir les cas particuliers et éviter que l'Etat belge, et donc le citoyen, se voie contraint de suppléer à un éventuel déficit de provisions.

Fonds d'insolvabilité

Le fonds d'insolvabilité, mis en œuvre en 1992, est principalement destiné à financer les prestations pour la gestion des déchets radioactifs et le démantèlement d'installations nucléaires non couvertes suite à une faillite ou à l'insolvabilité de certains responsables financiers, qui sont implicitement identifiés comme étant les responsables financiers des installations autres que les installations nucléaires de classe I. Le fonds d'insolvabilité couvre aussi le coût de la gestion des sources, au sens du règlement général de protection contre les rayonnements ionisants, déclarées comme orphelines et déchets par l'AFCN et transmises par l'AFCN à l'ONDRAF afin qu'il en assure la gestion (section 3.2.1.4). Il ne couvre pas les prestations faisant suite à la faillite ou à l'insolvabilité de responsables financiers qui ont effectué des activités industrielles relatives à l'extraction de radium (sections 10.2.5 et 11.1.1) et à l'utilisation de sources naturelles de radioactivité (activités professionnelles, section 11.2).

Le fonds d'insolvabilité est géré comme le fonds à long terme. Il est alimenté par une réserve de 5 % comprise dans le coût des services facturés par l'ONDRAF aux producteurs, laquelle est due ou pas selon que les moyens disponibles dans le fonds d'insolvabilité satisfont ou non à certains critères.

Fonds à moyen terme

Le fonds à moyen terme [5] est « *destiné à couvrir les coûts des conditions associées qui ont été approuvées, d'une part, par le(s) conseil(s) communal(-aux) de(s) la(les) commune(s) qui a (ont) rendu possibles la création et la continuité d'une assise sociétale pour implanter une installation de dépôt final, par le développement et le maintien d'un*

processus participatif ou de toute autre méthode ou procédé, existant ou à élaborer, atteignant le même résultat et, d'autre part, sur proposition de l'Organisme, par le gouvernement fédéral. Ces coûts sont exposés en vue de créer et de maintenir l'assise sociétale requise pour assurer l'intégration d'une installation de dépôt final de déchets radioactifs dans une collectivité locale. »

« Le fonds à moyen terme est alimenté par la cotisation d'intégration prélevée auprès des producteurs de déchets radioactifs. La cotisation d'intégration est calculée sur la base de la capacité totale du dépôt et des quantités totales respectives de déchets des producteurs qui sont destinées à y être déposées. »

« L'obligation de contribuer au fonds à moyen terme débute dès l'instant où l'installation de dépôt final des déchets radioactifs a fait l'objet d'une autorisation définitive et exécutoire de création, conformément à la 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, ainsi que d'une autorisation de bâtir, et, le cas échéant, d'une autorisation d'environnement, conformément à la législation régionale applicable. »

« A condition que leur part individuelle de capacité n'excède pas 3 % de la capacité totale du dépôt, les institutions publiques de recherche émergeant majoritairement au budget de l'Etat, d'une Communauté ou d'une Région, et les institutions, publiques ou privées, actives dans le secteur des soins de santé, sont dispensées du paiement de la cotisation d'intégration. Pour autant que leur part individuelle de capacité n'excède pas le seuil précité, les producteurs occasionnels de déchets radioactifs sont également dispensés. »

4.4.3.2 Provisions constituées par les producteurs : suffisance et disponibilité

Il n'existe actuellement pas, en Belgique, de législation générale contraignant les producteurs de déchets radioactifs à constituer des provisions pour couvrir les coûts de gestion de leurs déchets, y compris les déchets issus du démantèlement futur de leurs installations nucléaires, et à assurer la disponibilité des moyens financiers correspondants. Cette couverture est soumise à la législation comptable générale et à des lois et arrêtés royaux le plus souvent relativement spécifiques et établis au cas par cas. En particulier, la loi du 11 avril 2003 [70], telle que modifiée, attribue à Synatom la responsabilité d'assurer la couverture des coûts de démantèlement des centrales nucléaires commerciales et de gestion des déchets radioactifs en résultant, ainsi que la couverture des coûts de gestion des combustibles irradiés et de gérer les fonds qui en constituent la contre-valeur selon des règles spécifiques. Synatom doit aussi établir tous les trois ans un rapport décrivant les caractéristiques de base de la constitution des provisions. Ce rapport doit être soumis à la Commission des provisions nucléaires créée par cette même loi.

La constitution par les producteurs de déchets radioactifs de provisions pour le démantèlement de leurs installations nucléaires et la gestion de leurs déchets radioactifs et la suffisance de ces provisions sont analysées et évaluées par l'ONDRAF dans le cadre de sa mission d'inventaire des passifs nucléaires. L'évaluation de la suffisance des provisions constituées par Synatom s'appuie sur l'avis que l'ONDRAF est tenu de fournir

à la Commission des provisions nucléaires pour lui permettre d'établir ses résolutions triennales relatives à l'existence et à la suffisance des provisions. L'élaboration de cet avis triennal impose à l'ONDRAF

- d'examiner les scénarios et stratégies sur lesquels Synatom se base pour estimer les coûts du démantèlement des centrales nucléaires et de la gestion des déchets radioactifs en résultant ainsi que de la gestion des combustibles irradiés, afin de s'assurer qu'ils conduisent bien à des estimations réalistes et prudentes ;
- de vérifier la suffisance des provisions constituées ou dont la constitution est prévue pour couvrir les coûts estimés.

La loi du 11 avril 2003, telle que modifiée, ne contient toutefois pas de dispositions suffisantes pour assurer la disponibilité en temps voulu des moyens financiers correspondants aux provisions.

L'analyse de l'existence, de la suffisance et de la disponibilité des provisions nucléaires effectuée par l'ONDRAF dans le cadre de sa mission d'inventaire des passifs nucléaires l'a amené à formuler une série de recommandations en cette matière, en particulier [42] :

« Le cadre légal et réglementaire existant devrait être complété afin de minimiser, ou tout au moins de limiter, le risque que l'Etat doive se substituer à des responsables financiers défaillants pour assurer la couverture de leurs coûts nucléaires.

L'ONDRAF recommande que soit établi un cadre légal et réglementaire clair et cohérent organisant la couverture des coûts nucléaires. Ce cadre doit imposer la constitution de provisions suffisantes et contenir les dispositions adéquates pour assurer leur disponibilité en temps utile. »

Ces recommandations ont été entendues par la tutelle de l'ONDRAF, qui lui a donné pour mission début 2009 d'établir une proposition de cadre légal et réglementaire qui répond à cette recommandation [71].



5 Portée du Plan Déchets et nécessité d'une décision de principe à brève échéance pour la gestion à long terme des déchets B&C

Le Plan Déchets porte avant tout sur les déchets pour lesquels il est *nécessaire* et *possible* de prendre à brève échéance une décision de principe quant à l'orientation à suivre pour leur gestion à long terme. Ces déchets sont les déchets des catégories B et C.

Le Plan Déchets ne considère que les déchets existants et dont la production est prévue, principalement dans le cadre du programme électronucléaire actuel. Il n'envisage donc pas la gestion à long terme des déchets qui seraient issus de l'exploitation de nouveaux réacteurs commerciaux ou de recherche.

5.1 Portée du Plan Déchets

Le Plan Déchets porte, à des degrés divers, sur l'ensemble des types de déchets que l'ONDRAF doit gérer ou qu'il a identifiés comme étant susceptibles d'entrer à terme dans son système de gestion (Table 4). Ces déchets correspondent aux matières reprises dans les lignes en vert et en grisé dans la Table 1 à la section 3.2.4.

- Le Plan Déchets est avant tout destiné à permettre une décision de principe relative à la gestion à long terme des déchets B&C, décision qui est *nécessaire* à brève échéance (section 5.2) et qui est *possible* (section 5.2 et surtout chapitre 7 et chapitre 8).

Les options de gestion à long terme envisageables et la solution de gestion préconisée par l'ONDRAF sont discutées dans la 2^e partie du Plan Déchets. Cette solution doit, selon l'ONDRAF, être une *solution de gestion à long terme centralisée*, c'est-à-dire être commune à l'ensemble des déchets B&C et être réalisée sur un seul site. Ceci n'impose pas pour autant qu'elle soit réalisée là où sont centralisées les activités de gestion à court et moyen termes de l'ONDRAF (sites BP1 et BP2 de l'ONDRAF, respectivement à Dessel et à Mol, exploités par Belgoprocess).

- Le Plan Déchets ne mentionne la gestion à long terme des déchets de catégorie A que pour mémoire, dans la mesure où le Conseil des ministres a opté le 23 juin

2006 pour la mise en dépôt en surface de ces déchets sur le territoire de la commune de Dessel, dans le cadre d'un projet intégré, et que ce dossier est actuellement en phase de projet (Cadre 7 à la section 4.2.3 et [60]).

- Le Plan Déchets ne propose pas de stratégie pour la gestion à long terme des déchets radioactifs issus des opérations d'assainissement au sens du règlement général de protection contre les rayonnements ionisants, et qui visent donc les pollutions radioactives consécutives à des activités anciennes et les activités professionnelles. La définition d'une stratégie de gestion à long terme pour les déchets radioactifs issus des assainissements de pollutions radioactives (assainissements déjà réalisés, assainissements décidés mais à réaliser, et assainissements qui pourraient encore être décidés) ainsi que des assainissements relatifs aux activités professionnelles requiert en effet que plusieurs instances de niveaux fédéral (ONDRAF, AFCN) et régional développent au préalable une vision commune quant aux assainissements à effectuer et à la gestion à long terme des déchets radioactifs en résultant. Un ou des systèmes de gestion complémentaires au système de gestion centralisé existant devront alors être développés. Ils seront vraisemblablement *décentralisés*, en tout ou en partie, c'est-à-dire que les déchets seront au moins en partie gérés sur les sites où ils se trouvent actuellement.

L'ONDRAF a identifié une série de questions connexes à la gestion à long terme des déchets B&C (chapitre 10) et à la problématique des assainissements (chapitre 11) dont la réponse n'est pas de son seul ressort. Ces questions ne remettent en question ni le besoin d'une décision de principe à brève échéance pour les déchets B&C ni la solution de gestion qu'il préconise. Les questions susceptibles d'avoir un impact sur la gestion à long terme des déchets B&C doivent toutefois recevoir une réponse des parties concernées dans les prochaines années. Le chapitre 11 annonce par ailleurs un futur plan de gestion à long terme consacré à la problématique spécifique des déchets radifères.

En tant qu'outil décisionnel destiné à supporter le Plan Déchets et la décision de principe qu'il vise, le SEA ne porte que sur la gestion à long terme des déchets B&C. Selon la loi du 13 février 2006 [12], l'ONDRAF ne devait du reste pas établir de SEA pour la gestion à long terme des déchets de catégorie A¹⁴. (En réalité, l'ONDRAF a effectué dans les années nonante déjà une comparaison, notamment des points de vue sûreté et environnement, des options envisageables pour la gestion à long terme de ces déchets [61].) Il est par ailleurs prématuré d'envisager des études d'incidences pour la gestion à long terme des déchets radioactifs issus d'assainissements.

¹⁴ L'article 19 de la loi du 13 février 2006 précise que l'obligation d'établir un SEA s'applique aux plans et programmes dont le premier acte préparatoire formel est postérieur au 21 juillet 2004 ainsi qu'aux plans et programmes dont le premier acte préparatoire est antérieur à cette date et qui sont adoptés après le 21 juillet 2006. Le programme de gestion à long terme des déchets de catégorie A n'est pas soumis à l'obligation d'établir un SEA puisque son premier acte préparatoire — la décision du Conseil des ministres du 16 janvier 1998 — est antérieur au 21 juillet 2004 et qu'il a été adopté le 23 juin 2006, soit avant la date limite du 21 juillet 2006.

Table 4– Portée du Plan Déchets. Le Plan Déchets porte avant tout sur les déchets B&C, pour lesquels il n'existe pas encore de politique institutionnelle quant à leur gestion à long terme (représenté par le cadre) et pour lesquels une telle politique est nécessaire et peut être définie. [✓ : oui ; ✗ : non]

	Déchets A	Déchets B	Déchets C (retraitement)	Combustibles irradiés des réacteurs de recherche (B)	Combustibles irradiés des centrales nucléaires (C)	Matières fissiles enrichies et matières plutonifères (B)	Déchets UMRAP et « Bankloop »	Déchets d'assainissements futurs
	Déchets cités pour mémoire	Déchets ciblés par le Plan Déchets : une décision de principe quant à leur gestion à long terme est nécessaire et peut être prise					Déchets dont la gestion à long terme doit faire l'objet d'une concertation (chapitre 11) ¹	
Gestion sous la responsabilité de l'ONDRAF ?	✓	✓	✓	✗, sauf si déclarés comme déchets par le propriétaire	✗, sauf si déclarés comme déchets par Synatom	✗, sauf si déclarés comme déchets par le propriétaire	à terme, ✓	✗, sauf si décision par l'AFCN
Traitement et conditionnement assurés ?	✓	✓	✓	✗	✗ ²	✗	Seront intégrés dans le(s) système(s) de gestion à développer. (Certains déchets d'UMTRAP pourraient devoir intégrer la catégorie B.)	Devront être gérés dans le cadre du(des) système(s) de gestion à développer. (Certains pourraient devoir intégrer la catégorie A ou la catégorie B.)
Entreposage assuré ?	✓	✓	✓	✓ ³	✓, sur sites des centrales par Electrabel	✓, sur site des propriétaires		
RD&D en vue de la gestion à long terme ?	✓	✓	✓	✓ ⁴	✓	✗ ⁵		
Politique de gestion à long terme ?	✓	✗	✗	✗	✗	✗		
Solution de gestion à long terme réalisée ?	en préparation	✗	✗	✗	✗	✗		
Mécanisme de financement ?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗ ⁶	✗

- ¹ : le futur plan de gestion dédié à l'ensemble de la problématique des déchets radifères ne remet pas en cause les considérations et conclusions relatives aux déchets B&C développées dans le présent Plan Déchets
- ² : études en cours par Synatom et par l'ONDRAF
- ³ : l'ONDRAF assure l'entreposage de combustibles irradiés du réacteur de recherche BR3 du SCK•CEN
- ⁴ : pas de RD&D dédiée au niveau national en vue de la gestion à long terme, mais suivi bibliographique
- ⁵ : pas de RD&D dédiée au niveau national en vue de la gestion à long terme, aucun producteur n'ayant à ce jour déclaré à l'ONDRAF son intention de lui transférer de telles matières comme déchets
- ⁶ : il y a un début de provisionnement par Umicore, dont le caractère suffisant ne peut être évalué tant qu'il n'y a pas de vision claire quant au type de solution de gestion à long terme à réaliser

5.2 Nécessité d'une décision de principe à brève échéance pour les déchets B&C

Une politique institutionnelle de gestion à long terme des déchets B&C est indispensable pour donner un *cadre* à la gestion de ces déchets. L'existence d'une telle politique renforcerait en outre la position de l'ONDRAF vis-à-vis de l'ensemble des acteurs (institutionnels, politiques, commerciaux, ...) concernés par la gestion des déchets radioactifs.

Plusieurs types d'arguments convergent pour affirmer la *nécessité* d'une décision de principe à brève échéance pour la gestion à long terme des déchets B&C :

- l'existence de recommandations internationales pour que les pays qui possèdent des déchets radioactifs définissent une politique de gestion pour ces déchets, ainsi que l'existence d'une telle politique dans une série de pays (section 5.2.1) ;

- l'existence de documents attachés à des autorités au niveau fédéral qui renvoient à la nécessité de définir une politique de gestion à long terme pour les déchets B&C (section 5.2.2) ;
- les impératifs de bonne gestion de l'ONDRAF, y compris les arguments d'équité associés (section 5.2.3) ;
- la volonté des opinions publiques belge et européenne que la question de la gestion à long terme des déchets de haute activité soit résolue par les générations actuelles plutôt que d'être reportée sur les générations futures (section 5.2.4).

Le Plan Déchets montre par ailleurs que tous les éléments nécessaires à la prise d'une décision de principe sont *disponibles*. L'ONDRAF a en effet évalué les options de gestion à long terme envisageables sous les angles environnemental et de sûreté, technique et scientifique, financier et économique, et sociétal et éthique, cette évaluation étant confortée par les résultats du SEA (chapitre 7). Il est en mesure de préconiser une solution de gestion à long terme — *la mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes)* (chapitre 8) — qui peut assurer la protection de l'homme et de l'environnement d'une manière robuste, qui est faisable, qui repose sur des bases techniques et scientifiques solides, qui satisfait aux principes d'équité intra- et intergénérationnelle, qui peut être financée selon le principe du *pollueur payeur*, et pour le développement et la réalisation de laquelle il a développé une ébauche de processus décisionnel. La solution même du dépôt géologique fait l'objet d'un large consensus parmi les gestionnaires de déchets radioactifs et les autorités de sûreté aux niveaux national et international. En d'autres mots, l'ONDRAF est en mesure de proposer *une solution qui est suffisamment mûre, d'un point de vue technique, pour faire l'objet d'une décision*. Du reste, le bien-fondé de cette solution a été confirmé à plusieurs reprises à partir de 1976 par différentes commissions et groupes de travail chargés par des instances institutionnelles de se prononcer sur les études en cours en matière de gestion à long terme des déchets B&C ou sur des questions liées à la politique énergétique de la Belgique (section 8.1.1).

Une décision de principe à *brève échéance* se justifie d'autant plus qu'une à deux décennies seront en tout cas nécessaires pour affiner les études relatives à la solution de gestion qui aura été choisie, développer une assise sociétale suffisante pour cette solution, sélectionner un site pour sa réalisation, préparer les demandes d'autorisation, procéder à la construction et débiter l'exploitation industrielle. Ainsi, dans l'hypothèse où la décision de principe serait prise rapidement et confirmerait la solution préconisée par l'ONDRAF, les déchets de catégorie B ne seront mis en dépôt qu'à partir de 2035–2040 au plus tôt et les déchets de catégorie C à partir de 2080 au plus tôt (section 9.2).

Il est à noter que les perspectives technologiques en matière de développement et d'application industrielle des technologies nucléaires avancées sont actuellement telles qu'une solution de gestion à long terme restera indispensable pour les déchets de catégorie B et les déchets de retraitement de catégorie C existants et prévus (section 7.2.2.1).

5.2.1 Existence de recommandations internationales relatives à la nécessité d'une politique de gestion des déchets radioactifs

L'existence de politiques nationales claires de gestion à long terme est au cœur des recommandations internationales en matière de gestion des déchets radioactifs. La grande majorité des pays de l'OCDE possédant une ou plusieurs centrales nucléaires commerciales ont du reste défini une telle politique pour leurs déchets B et/ou C (Cadre 10 à la fin de la section 5.2.3). Cette politique vise dans tous les cas la mise en dépôt géologique.

- 2002 : Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs [8], ratifiée par la Belgique en 2002

« Conformément aux dispositions de l'article 30, chaque Partie contractante présente un rapport national à chaque réunion d'examen des Parties contractantes. Ce rapport porte sur les mesures prises pour remplir chacune des obligations énoncées dans la Convention. Pour chaque Partie contractante, le rapport porte aussi sur :

- i) Sa politique en matière de gestion du combustible usé ;*
- ii) Ses pratiques en matière de gestion du combustible usé ;*
- iii) Sa politique en matière de gestion des déchets radioactifs ;*
- iv) Ses pratiques en matière de gestion des déchets radioactifs ;*
- v) Les critères qu'elle applique pour définir et classer les déchets radioactifs. » (article 32, 1)*

- 2008 : Résolution du Conseil de l'Union européenne sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, adoptée le 16 décembre 2008 [72]

« i) chaque Etat membre est responsable de sa propre politique de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs. [...] »

« ii) la mise en place par chaque Etat membre d'un plan national de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs est impérative. [...] »

- 2009 : Rapport de synthèse de la 3^e réunion des parties contractantes à la Convention commune [73]

« 15. Bien que des progrès significatifs aient été accomplis depuis la dernière réunion d'examen, il reste encore beaucoup à faire pour relever les défis suivants : i) la mise en œuvre de politiques nationales pour la gestion à long terme des combustibles usés, y compris la mise en dépôt des déchets de haute activité et/ou des combustibles usés ; [...] »

« 37. [...] Afin d'atteindre cet objectif, les activités des Parties contractantes et, par conséquent, leurs rapports pour la prochaine réunion d'examen, devraient inclure les thèmes suivants :

- développement d'un cadre réglementaire complet ;*
- l'indépendance effective du régulateur ;*
- la mise en œuvre des stratégies avec des jalons visibles ;*
- le financement pour assurer la gestion des déchets ;*
- la formation et le recrutement de personnel compétent ;*

- *les dépôts géologiques pour les déchets de haute activité.* »
[traduction de l'ONDRAF]

2009 : Lettre adressée par l'AFCN à sa tutelle au sujet du rapport concernant la 3^e réunion des parties contractantes à la Convention commune [77]. Annexe 1 concernant la revue du système belge par les pairs.

« En ce qui concerne le suivi des constatations de la réunion précédente (2006), le rapport [de la revue par les pairs] mentionne que : ONDRAF est toujours en attente d'une décision de principe concernant la gestion des déchets hautement actifs et du combustible usé [...] »

- 2009 : Publication *Policies and Strategies for Radioactive Waste Management* de l'AIEA [74]

« Chaque pays devrait avoir une politique et une stratégie pour gérer ses combustibles usés et ses déchets radioactifs. De telles politiques et stratégies sont importantes ; elles expriment la position et les plans adoptés au niveau national pour la gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs et constituent une preuve visible du souci et de l'intention qu'ont le gouvernement et les organisations nationales concernées de faire en sorte que les combustibles usés et les déchets radioactifs soient pris en charge de manière adéquate. » [traduction de l'ONDRAF]

- 2010 : Document *Contribution to the Stakeholder Consultation Process for a possible EU Instrument in the Field of Safe and Sustainable Spent Fuel and Radioactive Waste Management* du European Nuclear Energy Forum [75], constitué sur l'initiative de la Commission européenne et qui regroupe notamment les gouvernements des 27 Etats membres, le Parlement européen et le Comité économique et social européen, l'industrie nucléaire, les consommateurs d'électricité et la société civile.

« 4.2 Le gouvernement de chaque Etat membre devrait développer et mettre en œuvre une politique nationale appropriée de gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs afin de protéger les hommes et l'environnement des effets néfastes des radiations ionisantes. En outre, les déchets radioactifs et les combustibles usés devraient être gérés de façon telle qu'ils n'imposent pas de charges indues aux générations futures. La politique nationale devrait aussi prendre en considération la préservation des ressources naturelles, l'optimisation du concept de dépôt ainsi que les volumes de déchets et leur radiotoxicité. De plus, la politique devrait garantir la continuité et la flexibilité nécessaires à la mise en œuvre du programme de façon à pouvoir faire face aux évolutions dans la société et aux évolutions scientifiques et technologiques, ainsi que prévenir l'allocation inefficace des ressources humaines et/ou financières. »

« 4.3 La politique nationale de gestion des combustibles usés et des déchets devrait pouvoir être mise en œuvre en temps opportun par un cadre législatif, réglementaire et organisationnel. Le support sociétal et la confiance sont essentiels à la bonne mise en œuvre de dépôts

géologiques. L'implication à un stade précoce du processus décisionnel, aux niveaux à la fois national et local, constitue un élément clé dans ce contexte, de même qu'une démonstration crédible de la sûreté du système. » [traduction de l'ONDRAF]

2009 : Les recommandations internationales sont devenues des bonnes pratiques, comme en témoigne l'avis formulé en 2009 par EDRAM [76], une association internationale qui regroupe onze agences nationales de gestion des déchets radioactifs.

« Les membres d'EDRAM sont par conséquent d'avis que les Etats qui n'ont pas encore de politique nationale pour la gestion à long terme de leurs déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie devraient établir une telle politique dès que possible, ainsi qu'un mécanisme de financement adéquat. La possibilité que des changements interviennent dans le contexte (connaissances et compréhension, cadre légal et réglementaire, société, etc.) suggère d'établir des politiques de gestion qui permettent un processus décisionnel flexible, débutant avec une décision stratégique, souvent appelée 'décision de principe', destiné à guider les développements nécessaires conformément à une bonne application du principe de précaution. » [traduction de l'ONDRAF]

5.2.2 Existence de documents de niveau fédéral renvoyant à la nécessité d'une décision de principe

Plusieurs documents attachés de façon directe ou indirecte à des autorités au niveau fédéral renvoient à la nécessité de définir une politique de gestion à long terme pour les déchets B&C.

- 2003 : Le rapport de l'audit international du rapport SAFIR 2 (*safety assessment and feasibility interim report 2*, faisant la synthèse des connaissances accumulées à fin 2000 en matière de dépôt géologique dans les argiles peu indurées en Belgique, à savoir l'Argile de Boom et, dans une bien moindre mesure, les Argiles Yprésiennes — voir aussi section 8.1.1 et [16, 17]) conclut notamment à la nécessité d'une politique de gestion à long terme pour les déchets radioactifs [10]. Cet audit a été effectué en 2002–2003 à la demande du gouvernement par une équipe internationale sous l'égide de l'AEN.

« Afin de permettre de focaliser les travaux futurs, il est considéré essentiel que la politique et le cadre réglementaire belges soient développés plus avant. Les vues de l'ONDRAF relatives à la dimension sociétale du développement d'un dépôt sont innovantes et de grande valeur. Elles fourniront un apport important au développement d'une politique. » [traduction de l'ONDRAF]

- 2004 : La demande adressée à l'ONDRAF le 19 novembre 2004 par sa tutelle pour qu'il évalue toutes les stratégies possibles en matière de gestion à long terme des déchets B&C renvoie à la nécessité de choisir une solution de gestion [11].

« Me référant à notre entretien [...], je vous informe qu'il me paraît souhaitable que votre organisme développe un programme de travail à orientation sociétale sur ce plan, à l'instar du programme qui a été

développé pour les déchets de catégorie A, avec pour objectif d'impliquer les différentes parties prenantes dans l'élaboration d'un processus décisionnel progressif, dans le cadre d'une structure de dialogue convenue avec eux.

Un tel programme de travail doit permettre d'étudier toutes les stratégies possibles de gestion à long terme, ainsi que les procédures participatives possibles, l'élaboration d'un Strategic Environmental Assessment pouvant représenter une étape importante dans ce cadre. Les résultats d'une telle étude doivent permettre de prendre une décision en ce qui concerne l'option à considérer en fin de compte et de fixer les conditions auxquelles l'option doit répondre.

Je vous prie par conséquent [...] de me soumettre une proposition concrète de programme de travail et de structure de dialogue [...]. Un tel dialogue doit avant tout permettre d'impliquer directement les différentes parties prenantes dans le développement d'un processus décisionnel progressif en matière de gestion à long terme des déchets radioactifs concernés, qui soit reconnu par toutes les parties concernées. » [traduction de l'ONDRAF]

- 2006 : La loi du 13 février 2006, qui conditionne l'adoption du programme de gestion à long terme des déchets radioactifs de l'ONDRAF à la réalisation préalable d'une évaluation des incidences sur l'environnement de la solution de gestion préconisée et des solutions de substitution raisonnables, renvoie également à la nécessité de choisir une solution de gestion [12].

- 2009 : La lettre adressée par l'AFCN à sa tutelle au sujet du rapport concernant la 3^e réunion des parties contractantes à la Convention commune informe la tutelle de ce que la Belgique n'a toujours pas pris la décision de principe qui faisait déjà défaut trois ans auparavant [77].

« En ce qui concerne le suivi des constatations de la réunion précédente (2006), le rapport [de la revue par les pairs] mentionne que : ONDRAF est toujours en attente d'une décision de principe concernant la gestion des déchets hautement actifs et du combustible usé [...] »

- 2009 : Le rapport final du groupe GEMIX, créé par arrêté royal pour réaliser une étude sur le mix énergétique idéal pour la Belgique [67], met l'accent sur la nécessité d'une solution définitive, et donc d'une décision de principe, pour la gestion des déchets B&C [66].

« il y a lieu de fournir tous les efforts nécessaires qui tiennent compte de l'évolution technologique pour arriver à une solution définitive qui soit acceptable du point de vue sociétal pour la gestion des déchets radioactifs de types B et C. »

5.2.3 Arguments de bonne gestion et arguments d'équité associés

L'établissement d'une politique de gestion à long terme pour les déchets B&C est nécessaire à la fois pour permettre de mener une gestion optimale, en bon père de famille, de ces déchets et pour des raisons d'équité.

5.2.3.1 Mettre l'ONDRAF en situation de pouvoir assurer la dernière étape de sa mission de gestion pour les déchets B&C

L'article 179, § 2 de la loi du 8 août 1980 [1] impose notamment à l'ONDRAF de donner une destination finale aux déchets radioactifs. Sans décision de principe quant à cette destination, l'ONDRAF n'est pas en mesure de remplir ce volet de sa mission de service public, qu'il souhaite pourtant pouvoir assurer dans les meilleurs délais.

5.2.3.2 Permettre à l'ONDRAF d'optimiser la gestion à court et moyen termes des déchets B&C

Bien que la gestion à court et moyen termes des déchets B&C soit aujourd'hui assurée en routine et ne pose *pas de problèmes de sûreté*, différents aspects de cette gestion sont basés sur une hypothèse quant à la destination finale des déchets : l'hypothèse d'une mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes). Tant que cette hypothèse n'est pas confirmée, voire infirmée au profit d'un autre type de destination finale, l'ONDRAF n'est pas en mesure d'optimiser différents aspects de son système actuel de gestion des déchets B&C, et donc aussi de mieux en estimer et maîtriser les coûts.

- Actuellement, l'ONDRAF n'est pas en mesure de confirmer la définition des critères d'acceptation auxquels doivent satisfaire les déchets B&C en vue de leur gestion à long terme. Si ces critères devaient être modifiés, certaines caractéristiques des procédés de traitement et de conditionnement actuels ou des emballages utilisés pourraient également devoir être modifiées.

Le volume de déchets conditionnés susceptibles de devoir faire l'objet de mesures correctives pour satisfaire à des critères d'acceptation modifiés sera d'autant plus élevé que la destination finale des déchets sera connue tardivement, car la production de colis de déchets conditionnés en fonction de critères d'acceptation non confirmés se sera poursuivie entre-temps.

Tant que la définition des critères d'acceptation n'est pas confirmée, les contrôles de suivi dans le temps des colis de déchets entreposés ne sont pas optimaux, puisqu'ils se font par rapport à des critères non confirmés.

- Actuellement, l'ONDRAF n'est pas en mesure d'optimiser les mesures correctives à prendre quand les contrôles de suivi dans le temps conduisent à identifier des colis de déchets dans lesquels sont apparus des défauts. Ainsi, certains types d'emballages sont conçus pour conserver leur intégrité en conditions d'entreposage durant 75 ans, mais d'autres, parmi les plus anciens, ont une durée de vie beaucoup plus courte.

Un exemple de colis qui nécessitent des mesures correctives est celui des colis de déchets bitumés de faible activité et de longue durée de vie qui ont été

conditionnés dans les années quatre-vingt par le SCK•CEN dans l'optique de leur rejet en mer (par exemple lignes c-14 et c-15 à l'annexe A1). A cette époque, des campagnes de rejet en mer étaient organisées chaque année sous contrôle international de l'OCDE et les colis de déchets conditionnés n'étaient donc entreposés qu'une année au plus. Les seules exigences auxquelles ils devaient alors satisfaire étaient des exigences liées à leur manutention et le fait qu'ils devaient couler au fond de l'océan une fois rejetés. La Belgique ayant toutefois souscrit en 1984 au moratoire international sur les rejets en mer intervenu en 1983 et ayant ratifié l'interdiction définitive de ces rejets en 1994, ces colis sont depuis entreposés dans des bâtiments de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess.

En 2000, Belgoprocess a constaté que certains colis de déchets bitumés initialement destinés au rejet en mer présentaient des phénomènes de gonflement et de débordement du bitume. Tous les colis de ce type ont alors été placés à titre conservatoire dans des suremballages plus grands, qui permettent de continuer à suivre leur comportement dans le temps en attendant la réalisation d'une solution pour leur gestion à long terme. C'est cette solution qui déterminera comment il y a lieu de réemballer définitivement, voire de reconditionner, ces colis, afin qu'ils ne présentent pas de risque pour l'homme et l'environnement, y compris à long terme.

5.2.3.3 Permettre à l'ONDRAF d'optimiser ses activités en vue de la gestion à long terme des déchets B&C

Les activités actuelles de l'ONDRAF tournées vers la gestion à long terme des déchets B&C font l'hypothèse que la solution de gestion à réaliser sera la solution qu'il préconise. Tant que cette solution n'est pas confirmée, voire infirmée, au niveau institutionnel,

- l'ONDRAF n'est pas en mesure de focaliser ses activités de RD&D en matière de gestion à long terme des déchets B&C en complète connaissance de cause ;
- le mode de financement de la gestion à long terme des déchets B&C reste entaché d'une incertitude, à savoir que le type même de solution de gestion à réaliser n'a pas été fixé, pas plus que le moment de cette réalisation et les conditions qui y sont attachées.

5.2.3.4 Eviter des pertes de connaissances et de savoir-faire du fait de ruptures de continuité dans les activités

Compte tenu de ce que le développement et la réalisation de solutions pour la gestion à long terme des déchets radioactifs s'étendent sur des décennies, la continuité des connaissances et du savoir-faire, en particulier en matière de connaissance des déchets, de RD&D et de savoir-faire industriel, est un facteur qui contribue de façon essentielle, quoique peu visible, à la sûreté des solutions développées et de leur réalisation. Il est donc important de maintenir cette continuité.

- Une perspective claire quant à la solution à réaliser pour la gestion à long terme des déchets B&C est indispensable pour éviter le risque d'une diminution progressive des connaissances et de l'expertise nationales en matière de RD&D et pour éviter le risque qu'un fossé de plus en plus grand se creuse entre le

programme belge et les programmes similaires à l'étranger qui, eux, vont de l'avant. La Belgique, qui faisait partie des pays pionniers en matière de RD&D sur la mise en dépôt géologique dans les années septante (section 8.1.1), s'est fait dépasser par de nombreux pays : beaucoup ont défini une politique de gestion à long terme pour leurs déchets (Cadre 10 à la fin de la section 5.2.3) et certains d'entre eux ne sont plus, en principe, qu'à 10 ou 15 ans du début de l'exploitation industrielle d'installations de dépôt géologique.

Le risque de perte de connaissances et d'expertise au sein du programme belge représente une menace quelle que soit la solution de gestion à long terme qui sera choisie *in fine*, dès lors que le choix est trop longtemps postposé.

Un exemple patent de l'effet de l'absence de perspectives d'application sur le maintien des savoirs est celui de la progressive désaffectation pour les études d'ingénieur des mines qu'a entraînée la fermeture progressive des mines de charbon belges, les dernières ayant été fermées il y a près de 20 ans.

- Un calendrier permettant la continuité des activités industrielles de l'ONDRAF, c'est-à-dire permettant le transfert progressif des équipes engagées dans la construction et l'exploitation du dépôt en surface pour les déchets de catégorie A vers la réalisation de la solution retenue pour la gestion à long terme des déchets B&C, est indispensable pour limiter les risques de pertes de savoir-faire industriel. Compte tenu de ce que les activités d'exploitation relatives au dépôt en surface seront a priori les plus intensives durant la période 2030–2045 et compte tenu du temps encore nécessaire pour amener une solution de gestion à long terme pour les déchets B&C au stade de la réalisation, cette solution de gestion doit être choisie sans tarder.

5.2.3.5 Satisfaire à des principes éthiques d'équité

Le respect des principes éthiques d'équité intra- et intergénérationnelle passe par l'établissement dans les meilleurs délais d'une politique de gestion à long terme des déchets B&C.

- Le respect du principe d'*équité intragénérationnelle* oblige la société dans son ensemble à éviter de maintenir les communes où sont actuellement entreposés les déchets B&C à titre provisoire (Mol et Dessel) dans la situation de fait accompli dans laquelle elles se trouvent, à savoir une situation d'entreposage qui se prolonge *de facto* sans qu'il y ait de clarté sur sa durée totale. Ces communes doivent pouvoir savoir combien de temps la situation actuelle se prolongera encore et quel type de solution de gestion à long terme sera réalisé ensuite. La même question se posera avec plus d'acuité si l'ONDRAF est amené à assurer l'entreposage de combustibles irradiés non retraités déclarés comme déchets par Synatom ou s'il doit assurer l'entreposage de déchets de retraitement additionnels (dans l'hypothèse d'une levée de la suspension du retraitement) et qu'il n'y a pas de perspective pour leur gestion à long terme.
- Le respect du principe d'*équité intergénérationnelle* oblige la génération actuelle à faire tout ce qui est en son pouvoir pour développer et réaliser une solution pour la gestion à long terme des déchets B&C, de manière à éviter de reporter l'entièreté de la responsabilité de la gestion, y compris l'ensemble des charges associées, sur

les générations futures, mais suggère simultanément de leur laisser une liberté de choix par rapport à la gestion des déchets qu'elles reçoivent en héritage.

5.2.3.6 Satisfaire au principe du pollueur payeur

L'application du principe du *pollueur payeur* à la gestion à long terme des déchets radioactifs impose aux producteurs de supporter les coûts, à prix coûtant, de la gestion de *leurs* déchets.

Selon le mécanisme du fonds à long terme (section 4.4), chaque producteur paie à l'ONDRAF le montant tarifaire applicable aux déchets qu'il transfère à l'ONDRAF au moment de leur acceptation par ce dernier.

La nécessité de connaître la destination finale des déchets pour pouvoir calculer les charges à imputer aux producteurs a été soulignée par l'ONDRAF et par son conseil d'administration dans le rapport sur l'inventaire 2003–2007 des passifs nucléaires [42].

« Fermeture du système de gestion à long terme des déchets radioactifs :

L'estimation des coûts de gestion à long terme des déchets radioactifs implique de connaître leur destination finale. En effet, le coût des dépôts finaux de déchets radioactifs est un composant majeur du coût de la gestion à long terme.

L'ONDRAF recommande que le gouvernement, en application du principe de précaution et dès qu'il estimera disposer des éléments nécessaires, décide des modalités de gestion (destination finale, phasage, processus décisionnel) des déchets de moyenne et haute activité et de longue durée de vie (déchets des catégories B et C). »

Par ailleurs, sur la base des conventions actuelles, lorsqu'un producteur arrive au terme de son programme de livraison de déchets, l'ONDRAF n'est pas en mesure de répercuter sur lui d'éventuelles augmentations des charges estimées de la gestion de ses déchets radioactifs. Les ajustements pourraient alors devoir être mis à charge des producteurs restants et/ou de l'Etat belge, et donc du citoyen, ce qui dans les deux cas contreviendrait au principe du *pollueur payeur*. En conséquence, l'ONDRAF examine quels mécanismes de financement additionnels pourraient être mis en place afin de couvrir ce type de situation.

Plus tôt la solution de gestion à long terme des déchets B&C sera connue et précisée, mieux l'ONDRAF pourra estimer les charges relatives à cette gestion et mieux il pourra les répercuter sur l'ensemble des producteurs.

Cadre 10 – Aperçu de la situation au 31 juillet 2011 en matière de politique institutionnelle de gestion à long terme des déchets B et/ou C dans différents pays de l’OCDE possédant une ou plusieurs centrales nucléaires (voir aussi SEA, annexe B) (voir [78] pour une synthèse générale de la situation dans ces pays)

Pays ayant une solution de gestion à long terme opérationnelle :

- Les **Etats-Unis** exploitent depuis 1999 l’installation WIPP (*Waste Isolation Pilot Plant*), construite dans une couche de sel près de Carlsbad, au Nouveau Mexique, pour le dépôt de leurs déchets militaires de catégorie B. Cette installation est actuellement le seul dépôt géologique en exploitation dans le monde. La politique de gestion à long terme des déchets B&C est en cours de révision, suite à l’arrêt, par décision politique, du projet de dépôt géologique des combustibles irradiés à Yucca Mountain. La mise en dépôt géologique de ces déchets, et ce au plus vite, reste la solution recommandée dans le rapport préliminaire de la *Blue Ribbon Commission* créée par le Président des Etats-Unis après l’arrêt du projet Yucca Mountain pour fournir des avis, évaluer les alternatives et faire des recommandations sur la gestion de l’aval du cycle du combustible nucléaire aux Etats-Unis [79]. Un comité indépendant, le *U.S. Nuclear Waste Technical Review Board*, conseille le Congrès des Etats-Unis et le Secrétaire à l’Energie sur les questions techniques liées à la gestion de ces déchets.

Pays ayant une politique institutionnelle de gestion à long terme :

Tous les pays ayant une politique institutionnelle pour la gestion à long terme de leurs déchets B et/ou C ont opté pour la mise en dépôt géologique. Neuf exemples sont décrits ci-dessous. Dans les pays les plus avancés, comme la Finlande, la France, la Suède et la Suisse, la politique relative à cette gestion, le trajet de mise en œuvre progressive de cette dernière ainsi que, dans plusieurs cas, le suivi de cette mise en œuvre, ont été consacrés par un ou plusieurs actes législatifs.

- L’**Allemagne** impose l’enfouissement de tous ses déchets radioactifs dans des formations géologiques. L’autorisation de construction du dépôt géologique pour les déchets des catégories A&B à Konrad, une ancienne mine de fer (calcaire) située sous une couverture argileuse, a été accordée en 2002 et confirmée en 2007. Le dépôt, en construction, devrait être opérationnel en 2017–2018.

Pour les déchets chauffants (déchets de catégorie C), l’Allemagne se focalise sur le sel comme formation hôte. Le site de Gorleben, dont la roche hôte est un dôme de sel, a été étudié, notamment via une installation souterraine, de 1977 à 2000. Il fait actuellement l’objet d’une analyse préliminaire de sûreté requise par le gouvernement fédéral en 2010 afin d’évaluer sa capacité à accueillir des déchets de catégorie C. Les résultats de cette analyse sont attendus fin 2012.

L’ancienne mine de sel d’Asse, qui fut un laboratoire souterrain de recherche sur la mise en dépôt géologique des déchets des catégories A&B dans les années soixante et septante, a été exploitée à la même époque, selon les règles du droit minier, pour la mise en dépôt pilote de déchets radioactifs. Cette pratique a été interdite en 1978, alors qu’il apparaissait que le site n’était pas sûr. Les activités de recherche y ont été maintenues jusqu’en 1995. La mine a changé de statut début 2009, et répond désormais au droit nucléaire. Les autorités fédérales viennent de donner l’autorisation de démarrer la première phase de récupération des déchets en vue de leur gestion ultérieure.

- Le **Canada** va enfouir ses déchets radioactifs dans plusieurs dépôts géologiques. La demande d’autorisation pour la construction d’un dépôt géologique pour des déchets des catégories A&B a été introduite en avril 2011 auprès des autorités de régulation fédérales. La roche hôte du site choisi, Kincardine, est du calcaire emprisonné sous des argiles. La construction du dépôt n’est pas attendue avant 2013, pour une mise en service en 2018 au plus tôt [80].

Pour les combustibles irradiés, le Canada a opté pour une approche adaptable et par étapes de la mise en dépôt géologique. En outre, seules les communautés locales ayant exprimé a priori un intérêt pour accueillir un dépôt seront prises en considération pour une évaluation des potentialités géologiques. Le processus de sélection d’un site a débuté en mai 2010 [81].

- En **Finlande**, la gestion des déchets radioactifs est régie par la « Loi sur l’énergie nucléaire ». Cette loi, votée en 1987 et modifiée en 2004, impose l’enfouissement définitif des déchets radioactifs liés à la production d’énergie nucléaire sur le territoire finlandais. Elle précise que les combustibles irradiés sont des déchets radioactifs. Le parlement a adopté en mai 2001 la décision de principe (prise par le gouvernement en décembre 2000) portant sur l’implantation d’un dépôt géologique pour les combustibles irradiés des réacteurs existants au sein d’une formation cristalline. (Les seules formations aptes à accueillir un dépôt géologique en Finlande sont des formations cristallines.) L’autorisation de dépôt a été étendue aux combustibles irradiés des deux nouveaux réacteurs

autorisés, suite à des décisions de principe ratifiées respectivement en 2002 et 2010. Il est prévu de déposer la demande d'autorisation de construction du dépôt en 2012 pour une mise en service en 2020. La construction d'une installation de caractérisation du site d'Eurajoki, où le dépôt sera localisé, a démarré en 2004. Cette installation préfigure l'installation de dépôt même.

- En **France**, la « Loi Bataille », votée en 1991, a balisé les programmes de recherche sur la gestion des déchets radioactifs, et en particulier la gestion des déchets B&C, et fixé les jalons des étapes ultérieures. Cette loi complétait et modifiait le Code de l'environnement, voté en 1975, qui précise la réglementation applicable à l'ensemble des déchets produits en France. La loi du 30 décembre 1991 instituait en particulier une Commission nationale d'évaluation (CNE), composée de personnalités scientifiques, dont la mission est d'évaluer les résultats des programmes de recherche. La CNE établit chaque année un rapport d'évaluation [82], qui est transmis par le gouvernement au parlement (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques).

Le cadre juridique a été complété en 2006, après 15 ans de recherche (prévus dans la « Loi Bataille »), par la « Loi déchets ». Cette dernière institue un plan national de gestion des matières et déchets radioactifs [83] et fixe un programme de recherche et de travaux, assorti d'un calendrier pour le mettre en œuvre. Elle impose la remise de la demande d'autorisation pour un dépôt géologique des déchets B&C en 2015 et le début de l'exploitation industrielle de ce dépôt, sous réserve de cette autorisation, en 2025. La « Loi déchets » spécifie que la demande d'autorisation pour un dépôt géologique doit concerner une couche géologique ayant fait l'objet d'études au moyen d'un laboratoire souterrain (soit, en pratique, la couche d'argile du Callovo-Oxfordien au sein de laquelle le laboratoire de Meuse/Haute-Marne, à Bure, est installé). Cette même loi (ou ses décrets d'application) stipule que le gouvernement présentera un projet de loi fixant les conditions de réversibilité et qu'un débat public devra être organisé avant la soumission de la demande d'autorisation pour un dépôt géologique.

- Le **Japon** a choisi le dépôt géologique pour les déchets de catégorie C en 2000. Ce choix a été étendu aux déchets de catégorie B en 2007. Le processus de sélection d'un site a commencé en 2002 et est toujours ouvert.
- Les **Pays-Bas** ont opté dès 1984 pour la mise en dépôt géologique des déchets B&C, après un entreposage de 100 ans (et ce, de manière à disposer d'une quantité suffisante de déchets pour que la mise en dépôt soit économiquement viable). Les roches hôtes considérées sont le sel et l'argile. Les Pays-Bas viennent de redémarrer un programme de RD&D relatif à la mise en dépôt au sein d'une argile [84, 85].
- Le gouvernement du **Royaume-Uni** a choisi le dépôt géologique pour la gestion à long terme des déchets B&C en 2006, sans exprimer de préférence pour une formation hôte particulière. Le processus de sélection d'un site est en cours. Trois communautés locales ont pour le moment exprimé leur intérêt, sans engagement de leur part. Le *Committee on Radioactive Waste Management* a été institué en 2003 pour conseiller, de manière indépendante, le gouvernement du Royaume-Uni (CoRWM) [86].
- En **Suède**, la « Loi sur les activités nucléaires », votée par le parlement en 1984, impose aux propriétaires des réacteurs nucléaires de développer une solution définitive pour la gestion à long terme de leurs déchets radioactifs. Le programme de recherche et développement de SKB, société formée par ces propriétaires pour la gestion de leurs déchets, est revu par l'autorité suédoise de sûreté nucléaire tous les trois ans et doit être approuvé par le gouvernement. Les combustibles irradiés sont considérés comme des déchets et seront enfouis dans un dépôt géologique au sein d'une formation cristalline dont le site, Forsmark, a été choisi en 2009 par le gouvernement. (Les seules formations aptes à accueillir un dépôt géologique en Suède sont des formations cristallines.) La demande d'autorisation de construction de ce dépôt a été soumise aux autorités suédoises en mars 2011. Sa construction devrait débuter en 2015, pour une mise en service en 2025. Le gouvernement est conseillé par une instance indépendante, le Conseil national suédois pour les déchets nucléaires (KASAM).
- En **Suisse**, la « Loi fédérale sur l'énergie nucléaire », en vigueur depuis 2005, impose le dépôt géologique comme solution de gestion à long terme de tous les déchets radioactifs suisses. Les exigences à remplir et la procédure à suivre pour la recherche de sites d'implantation pour les dépôts géologiques sont définies dans un plan sectoriel « Dépôt en couches géologiques profondes », adopté en 2008 par le Conseil fédéral. Les critères de sûreté imposés par le plan sectoriel ont conduit au choix de l'argile comme formation hôte pour le dépôt des déchets B&C [87]. Les autorités de sûreté ont approuvé en 2010 les trois domaines géologiques d'implantation (tous situés dans l'Argile à Opalinus) proposés par la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (Nagra). Le Conseil fédéral doit décider, à l'automne 2011, quels sont les domaines d'implantation qui seront pris en compte pour la suite de la procédure de sélection.



Mise en dépôt géologique de déchets militaires dans l'installation WIPP, dans une couche de sel, au Nouveau Mexique (Etats-Unis) (source : USDOE).



Vue du laboratoire de recherche souterrain de Meuse / Haute-Marne construit en France dans l'argile (source : Andra).

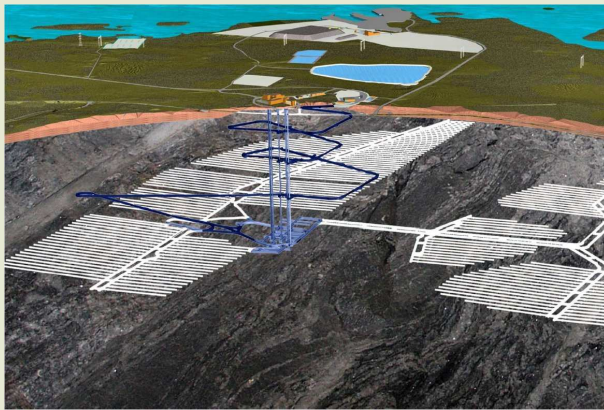


Schéma de l'installation finlandaise de caractérisation ONKALO construite dans une roche cristalline (bleu foncé) et de l'extension prévue (bleu clair) ainsi que du dépôt prévu pour les combustibles irradiés (blanc) (source : Posiva).



Travaux dans l'installation de caractérisation ONKALO, en Finlande (source : Posiva).



Investigations dans le laboratoire souterrain d'Aspö, en Suède, en vue de déterminer la faisabilité de la mise en dépôt de combustibles irradiés dans une roche cristalline (source : SKB).



Travaux dans le laboratoire de recherche souterrain du Mont Terri, construit dans l'argile, en Suisse (source : Nagra).

Pays ayant une politique institutionnelle de type attentiste :

- L'Espagne a opté pour l'entreposage durant 60 ans de ses déchets B&C.

Pays n'ayant pas de politique institutionnelle de gestion à long terme :

- Belgique, Italie, République slovaque, ...

Etat d'avancement des projets de mise en dépôt géologique dans dix pays de l'OCDE

Pays	Types de déchets	Formation hôte	Sélection d'un site	Autorisation de construction	Mise en service prévue pour ...
Allemagne	A&B	calcaire sous argile	site choisi (Konrad)	2007	2017-2018
	C	sel	site de Gorleben à l'étude	indéterminé	indéterminé
	A&B	sel	Asse	autorisation de récupération des déchets accordée en 2011	non applicable
Canada	A&B	calcaire sous argile	site choisi (Kincardine)	demandée en 2011	2018
	C	choix encore ouvert	procédure en cours	indéterminé	indéterminé
Etats-Unis	B militaires	sel	site choisi (Carlsbad, Nouveau Mexique)	accordée	WIPP, opérationnel depuis 1999
	C		recommandation en faveur de la mise en dépôt géologique (à confirmer)		
Finlande	C	roche cristalline	site choisi (Eurajoki)	demande prévue en 2012	2020
France	B&C	argile	procédure en cours (région du laboratoire de Bure)	demande prévue en 2015	2025
Japon	B&C	choix encore ouvert	procédure en cours	indéterminé	indéterminé
Pays-Bas	B&C	sel ou argile	indéterminé	indéterminé	après 2100
Royaume-Uni	B&C	choix encore ouvert	procédure en cours	indéterminé	indéterminé
Suède	C	roche cristalline	site choisi (Forsmark)	demandée en 2011	2025
Suisse	B&C	argile	procédure en cours	environ 2028	environ 2040

5.2.4 Volonté de l'opinion publique que la gestion des déchets radioactifs ne soit pas reportée sur les générations futures

Selon l'Eurobaromètre de la Commission européenne de juin 2008 [88] concernant les déchets radioactifs, tant les citoyens de l'Union européenne en général (93 %) que les citoyens belges en particulier (96 %) estiment qu'il faut trouver maintenant une solution pour la gestion à long terme des déchets de haute activité plutôt que de transmettre ce problème non résolu aux générations futures.

Cette volonté est également apparue lors des dialogues ONDRAF et de la conférence interdisciplinaire organisés par l'ONDRAF au premier semestre 2009 en préalable à la rédaction du Plan Déchets et du SEA [29] ainsi que durant la conférence citoyenne organisée par la Fondation Roi Baudouin fin 2009 – début 2010 [31].

2

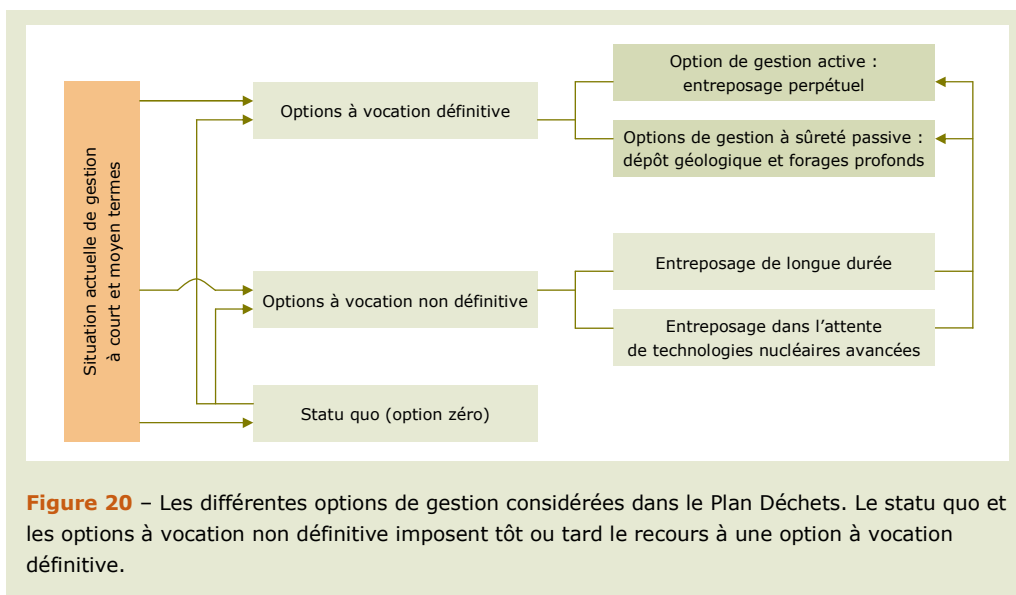
Partie 2

**Description, évaluation et comparaison
des options envisageables pour
la gestion à long terme des déchets B&C
et solution préconisée par l'ONDRAF**



6 Bref descriptif des options de gestion considérées

Le Plan Déchets considère des options qui permettent a priori de fermer le système de gestion pour les déchets B&C en ce sens qu'elles ont vocation à être définitives (section 6.1) ainsi que des options à vocation non définitive (section 6.2) et l'option qui consiste à maintenir le statu quo, aussi appelée option zéro (section 6.3) (Figure 20). Ces options sont envisagées de manière générique. En d'autres termes, leur définition et leur évaluation (chapitre 7) ne sont pas liées à un site d'implantation. Ces options ont été soumises à une évaluation stratégique dans le cadre du SEA.



D'autres options, envisagées à un moment ou l'autre dans le passé par un ou plusieurs pays, sont décrites dans le SEA mais sont rejetées d'emblée, car elles contreviennent à des traités ou conventions internationaux dont la Belgique est signataire et/ou au cadre légal et réglementaire belge et/ou ne présentent pas de garanties suffisantes en matière de sûreté. Elles ne sont mentionnées dans le Plan Déchets que pour mémoire (Cadre 11 à la section 6.1.2).

Fermeture :

« achèvement de toutes les opérations un certain temps après la mise en place de combustible usé ou de déchets radioactifs dans une installation de stockage définitif. Ces opérations comprennent les derniers ouvrages ou autres travaux requis pour assurer à long terme la sûreté de l'installation » (loi du 2 août 2002, article 2)

Sécurité : mesures pour assurer la prévention des actes malveillants (vol, sabotage, transfert illégal, ...), impliquant des matières nucléaires, d'autres substances radioactives ou les installations associées, pour détecter ces actes et pour y apporter réponse

Les options évaluées et celles rejetées d'emblée sont peu ou prou comparables aux options qui ont été étudiées à l'étranger [89, 90, 91, 92] (voir aussi SEA, annexe B). Le Comité d'avis SEA confirme [33] que le travail de présentation, dans le SEA, des approches prévues dans d'autres pays « permet de comprendre que le choix des options envisageables est cohérent avec les approches adoptées dans les autres pays concernés par les déchets radioactifs et les combustibles irradiés de nature équivalente ».

A l'exception de l'option qui consiste à maintenir le statu quo, les différentes options de gestion considérées peuvent toutes s'envisager dans un cadre exclusivement national ou dans un cadre multinational (voir SEA, annexe D). Une option nationale est par définition réalisée en Belgique ; une option partagée impliquant plusieurs pays est susceptible, en vertu du principe de réciprocité, d'être réalisée tant en Belgique que dans un des pays parties à l'accord multinational de gestion qui devrait alors être conclu.

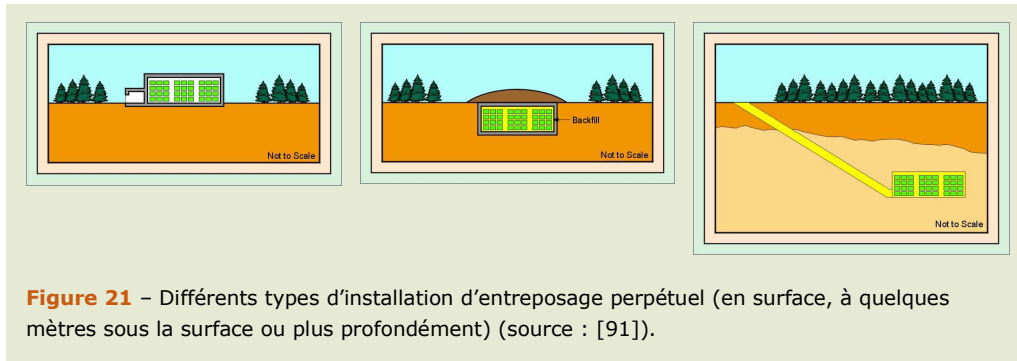
6.1 Options à vocation définitive

Différentes options à vocation définitive peuvent être envisagées pour la gestion à long terme des déchets B&C. Elles peuvent se répartir en deux groupes, selon la stratégie de gestion choisie.

- Une *gestion active* est une gestion telle que la protection de l'homme et de l'environnement est assurée d'une manière qui repose de façon permanente, c'est-à-dire tant que cette protection doit être assurée (soit plusieurs centaines de milliers d'années pour les déchets B&C), sur des actions humaines. Dans la mesure où les déchets restent à relative portée de l'homme, les options reposant sur une stratégie de gestion active nécessitent des mesures de contrôle telles que gardiennage et restrictions d'accès au(x) site(s) et elles permettent un contrôle rapproché et dans la durée de la sûreté.
- Une *gestion assurant la sûreté de façon passive* est une gestion telle qu'une fois l'installation de gestion fermée*, la protection de l'homme et de l'environnement est assurée sans que des interventions humaines soient nécessaires. Les options reposant sur une stratégie de gestion assurant la sûreté de façon passive ne doivent donc pas être contrôlées de façon permanente après fermeture complète pour être sûres : elles sont intrinsèquement sûres pour peu qu'elles aient été correctement développées, optimisées et réalisées. L'absence de nécessité de contrôles ne signifie pas pour autant absence ou impossibilité de contrôles. Du reste, des contrôles en matière de sûreté, de sécurité et de *safeguards* seront imposés par le cadre réglementaire et l'ONDRAF a l'intention de maintenir les contrôles complémentaires qui seraient souhaités par la société, par exemple afin de minimiser les risques d'intrusions humaines, pendant une période à convenir avec elle. Il appartiendra à chaque génération de décider des connaissances et moyens qu'elle veut transmettre à la génération suivante pour lui permettre de maintenir ces contrôles (voir aussi section 8.1.3.2).

6.1.1 Option de gestion active

La seule option de gestion active à vocation définitive envisageable est l'*entreposage perpétuel*. L'entreposage perpétuel (voir SEA, section 7.2.1.1) est vu comme étant la répétition, presque théorique, sur des centaines de milliers d'années, d'étapes d'entreposage et de réemballage ou de reconditionnement des déchets. Il impose de concevoir et de construire des installations d'entreposage (en surface, à quelques mètres sous la surface ou plus profondément — Figure 21) capables d'assurer la protection de l'homme et de l'environnement durant des périodes pouvant a priori aller de 100 à 300 ans moyennant contrôles et entretiens périodiques et moyennant vérifications périodiques de l'intégrité des conteneurs de déchets qu'elles contiennent. Pour maintenir la protection de l'homme et de l'environnement dans la durée, de nouvelles installations d'entreposage doivent être construites périodiquement, à la fin de la durée de vie des anciennes installations, et les déchets doivent être réemballés ou reconditionnés puis transférés vers ces nouvelles installations, ce qui augmente progressivement la quantité totale de déchets à entreposer (Figure 22). La matrice de conditionnement des déchets et le conteneur qui les enferme constituent en effet les premières barrières de confinement de la radioactivité et doivent dès lors être renouvelés quand ils ne sont plus conformes aux dispositions des autorisations. Le site d'entreposage doit par ailleurs également être contrôlé. La protection de l'homme et de l'environnement repose donc de façon permanente sur des actions humaines : une installation d'entreposage perpétuel ne peut être abandonnée en l'état. Bien entendu, cette séquence répétitive d'actions peut être interrompue à tout moment au profit d'une autre option de gestion.



Safeguards : dispositions prises au niveau international pour s'assurer que les Etats qui s'y sont engagés par la signature du traité de non-prolifération ne détournent ni n'acquiescent des matières nucléaires dans l'intention de fabriquer des armes nucléaires. Ces dispositions consistent en un système de vérification comprenant des obligations de déclaration (comptabilité) pour les exploitants et de vérification (contrôle) pour le régulateur. L'AIEA est responsable de ce système de vérification. Pour l'Union européenne, un système de garanties nucléaires complémentaires existe (Euratom Safeguards). En Europe, les activités de vérification sont menées conjointement par l'AIEA et l'Euratom. (La suite du texte utilise « safeguards » comme terme générique couvrant la non-prolifération, les garanties et les activités de vérification.)

Entreposage perpétuel en Belgique

Décision de principe

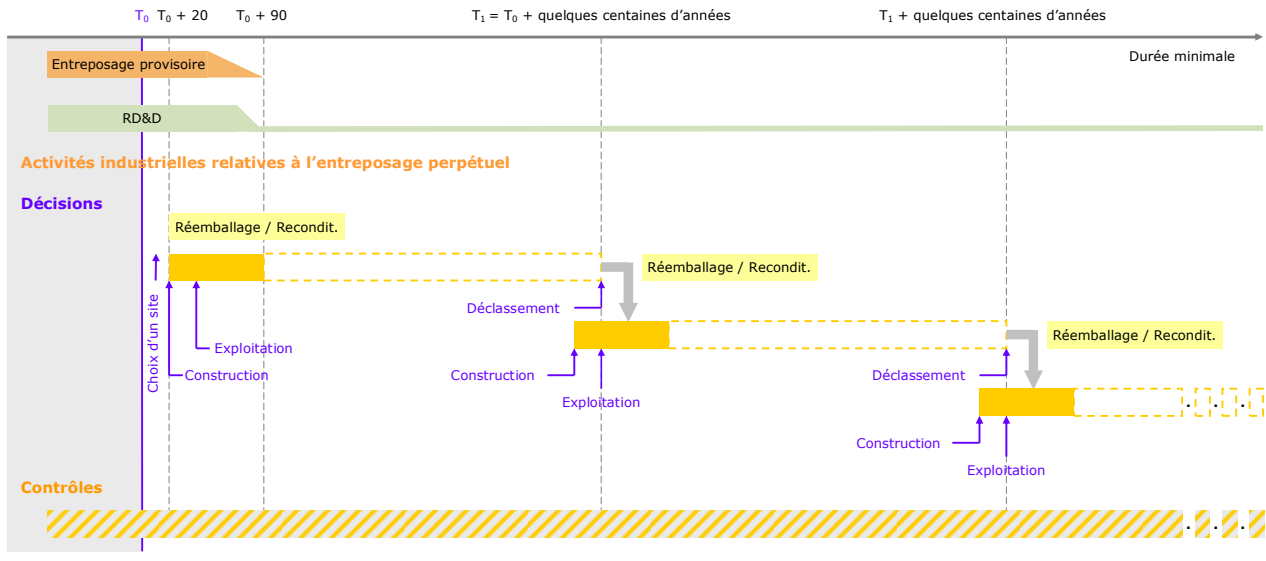


Figure 22 – Succession possible des opérations industrielles envisagées dans le cas d'un entreposage perpétuel. Le calendrier, indicatif, est basé sur l'hypothèse que ces opérations se déroulent normalement et que les autorisations nécessaires sont accordées.

6.1.2 Options de gestion assurant la sûreté de façon passive

Deux options de gestion assurant la sûreté de façon passive et à vocation définitive peuvent être raisonnablement envisagées : le dépôt géologique et la mise en forages profonds. D'autres options de gestion assurant la sûreté de façon passive et à vocation définitive qui ont été envisagées de façon plus ou moins approfondie dans le passé au niveau international doivent être écartées d'emblée (Cadre 11).

Le *dépôt géologique* (voir SEA, section 7.2.1.2) consiste à placer les déchets radioactifs conditionnés, entourés d'une ou plusieurs barrières artificielles, plus correctement appelées barrières « ouvragées », dans une installation spécialement conçue, construite dans une formation géologique hôte adéquate (Figure 23). Une fois tous les déchets mis en dépôt, l'installation de dépôt peut être fermée, le cas échéant après une période d'observation *in situ*. Après fermeture, la sûreté de l'homme et de l'environnement est assurée par l'ensemble constitué par les barrières ouvragées et la formation géologique, qui ensemble confinent les déchets et les isolent de l'environnement de surface. L'importance relative des rôles des barrières ouvragées et de la barrière naturelle dans la sûreté du dépôt géologique dépend de la nature de cette dernière. Lorsque c'est la barrière naturelle (en particulier, les argiles et le sel) qui joue le rôle principal, elle prend le relais des barrières ouvragées au fur et à mesure que celles-ci se dégradent, piégeant de façon importante les radionucléides et les contaminants chimiques relâchés par les déchets et les barrières ouvragées et retardant de ce fait leur migration vers l'environnement de surface. La formation hôte doit alors présenter des caractéristiques appropriées de stabilité, être peu perméable et être et rester exempte de voies de transport, telles des fissures, vers la surface, y compris à long terme. Un dépôt géologique peut continuer à faire l'objet de contrôles après sa fermeture (Figure 24).

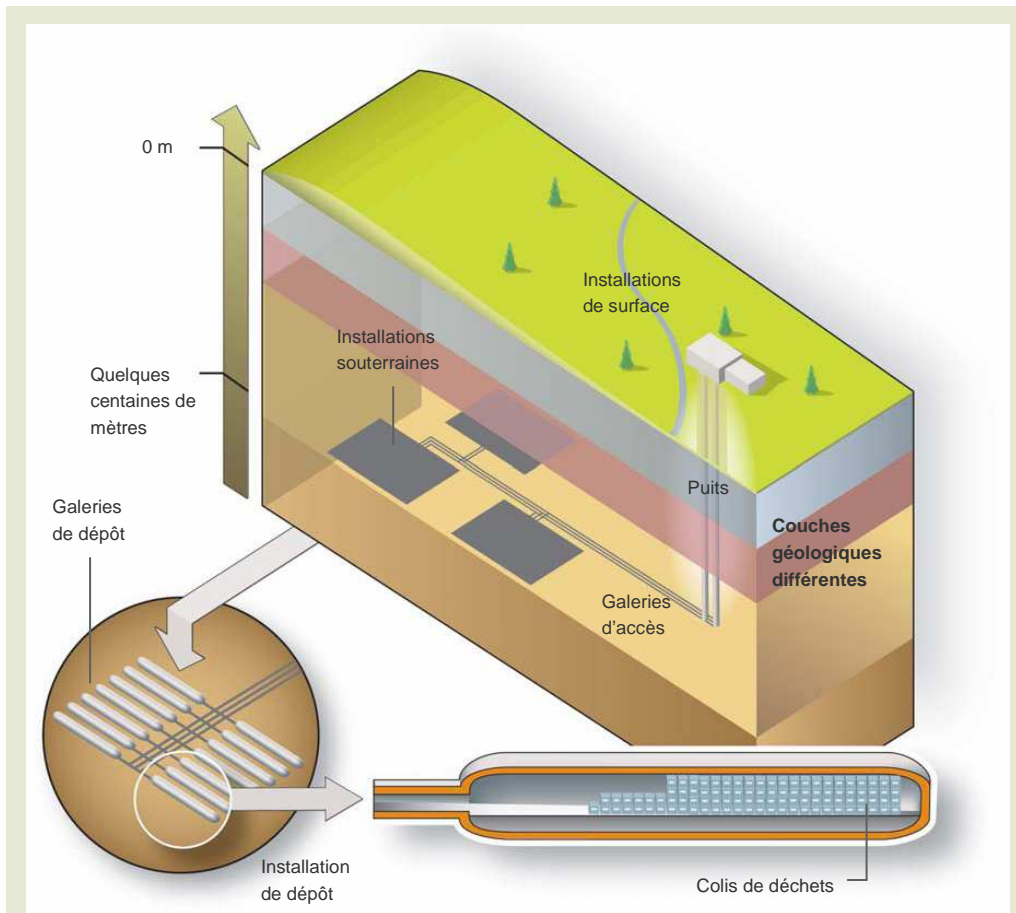


Figure 23 – Représentation type d’une installation de dépôt géologique (d’après [93]).

Dépôt géologique en Belgique (calendrier volontariste basé sur l’hypothèse d’un dépôt dans une argile peu indurée)

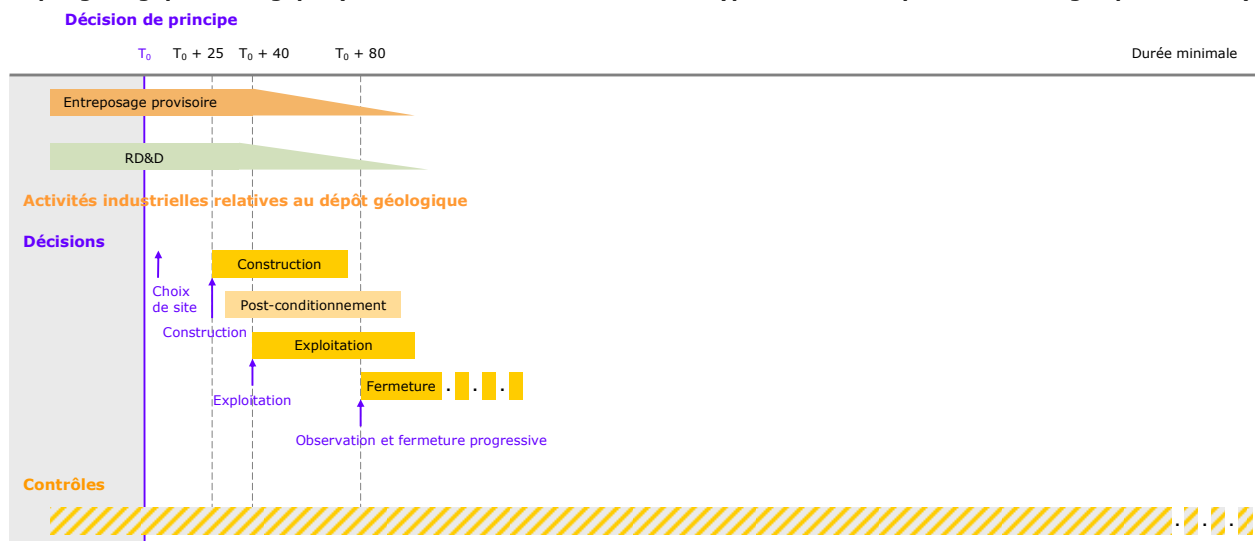


Figure 24 – Succession possible des opérations industrielles envisagées dans le cas d’un dépôt géologique. Le calendrier, indicatif, est basé sur l’hypothèse que ces opérations se déroulent normalement et que les autorisations nécessaires sont accordées.

La *mise en forages profonds* (voir SEA, section 7.2.1.2) consiste à empiler les conteneurs de déchets radioactifs, de quelques mètres de long et 0,5 à 1 mètre de diamètre, dans des forages étroits de grande profondeur (supérieure à 1000 mètres) et sur de grandes épaisseurs (plusieurs centaines de mètres), puis à remblayer ces forages par passes, typiquement avec un matériau cimentaire (Figure 25). Les conteneurs se déformant sous l'effet de la pression de la formation géologique hôte, celle-ci constitue à terme la seule barrière entre les déchets et l'environnement. Elle doit donc être exempte de voies de transport, telles des fissures, vers la surface et, plus généralement, posséder le même type de caractéristiques que les formations hôtes envisageables pour la mise en dépôt géologique. L'objectif est qu'après fermeture complète des forages, le système isole et confine les déchets radioactifs en toute sûreté de façon passive. Des contrôles limités restent possibles, mais ils sont nécessairement très indirects en raison de la profondeur des forages.

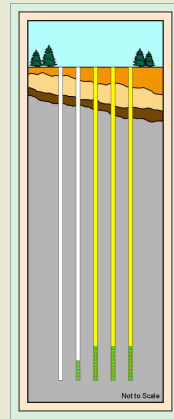
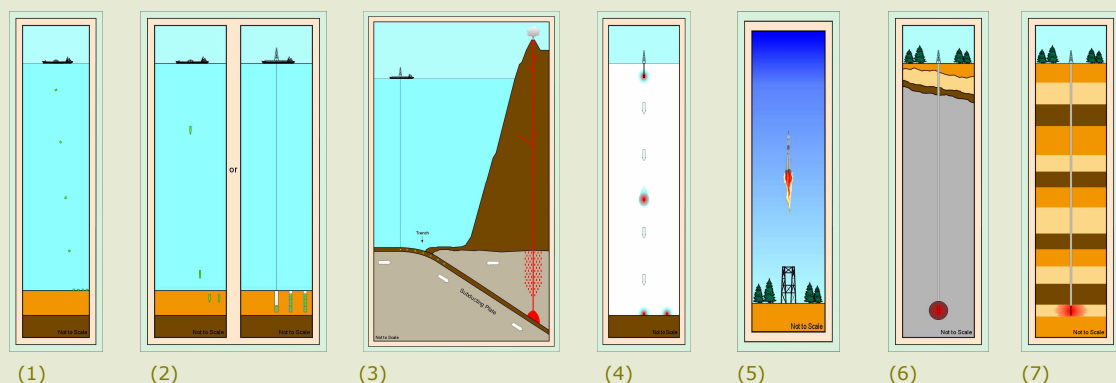


Figure 25 – Représentation type de forages profonds (profondeur supérieure à un kilomètre) (source : [91]).

Cadre 11 – Options de gestion assurant la sûreté de façon passive décrites dans le SEA mais rejetées

Différentes options de gestion assurant la sûreté de façon passive brièvement décrites dans le SEA mais rejetées d'emblée sont mentionnées ci-après par souci d'exhaustivité (voir SEA, section 7.1). Ces options contreviennent en effet à des traités ou conventions internationaux dont la Belgique est signataire (**I**) et/ou au cadre légal et réglementaire belge (**B**) et/ou elles ne présentent pas de garanties suffisantes en matière de sûreté (**S**). Leur caractère inapproprié pour la gestion à long terme des déchets B&C fait l'objet d'un large consensus parmi les gestionnaires de déchets radioactifs et les autorités de sûreté nationales et à l'étranger ainsi qu'au sein des organisations internationales.

- I** *L'immersion en mer* (1) consiste à jeter les conteneurs de déchets radioactifs en mer, où ils coulent librement jusqu'au fond de l'eau. A grande profondeur (plusieurs kilomètres), ces conteneurs peuvent se rompre sous l'effet de la pression, ce qui entraîne la dispersion de leur contenu radioactif.
- I** *L'évacuation dans les fonds marins* (2) consiste à enfouir les conteneurs de déchets radioactifs dans les sédiments recouvrant le fond marin. Soit les conteneurs ont une forme telle qu'ils s'enfoncent d'eux-mêmes par gravité de quelques mètres dans les sédiments, soit ils sont déposés dans des trous de forage préalablement creusés.
- I** *L'évacuation dans une zone de subduction océanique* (3) consiste à placer les conteneurs de déchets radioactifs sur la plaque tectonique descendante d'une zone de subduction océanique afin qu'ils soient entraînés dans les profondeurs de la croûte terrestre. Cette option est une variante de l'immersion en mer et de l'évacuation dans les fonds marins.
- I** *L'évacuation dans une calotte glaciaire* (4), qui n'est envisageable que pour les déchets radioactifs qui dégagent de la chaleur, consiste en l'enfouissement progressif des conteneurs de déchets dans une calotte glaciaire suite à la fonte progressive de la glace causée par la chaleur qu'ils dégagent, suivie de la formation progressive de nouvelle glace par le haut.
- I** *L'évacuation dans l'espace* (5) consiste à envoyer les déchets radioactifs conditionnés dans l'espace, au moyen par exemple d'une fusée, de manière qu'ils soient mis sur orbite autour de la terre ou même qu'ils quittent le champ gravitationnel terrestre.
- B** *L'évacuation par fusion de la formation hôte* (6), qui n'est envisageable que pour les déchets radioactifs qui dégagent beaucoup de chaleur, consiste soit à injecter les déchets dans une formation hôte sous forme liquide ou de boue, soit à insérer les déchets conditionnés sous forme solide dans des trous de forage. Dans les deux cas, la roche qui entoure les déchets se liquéfie sous l'action de la chaleur, ce qui permet aux déchets de s'y enfoncer encore plus profondément sous l'effet de la pesanteur. Une fois les déchets refroidis, la roche qui les entoure se resolidifie, formant ainsi un enrobage naturel pour les déchets.
- B** *L'évacuation par injection directe* (7), qui n'est envisageable que pour des déchets radioactifs sous forme liquide, consiste à les injecter dans une formation hôte profonde.
- S** *Le dépôt en surface* consiste à placer les conteneurs de déchets radioactifs dans une installation spécialement conçue à cet effet construite en surface ou à quelques mètres de la surface. Une telle installation est typiquement constituée de modules en béton destinés à accueillir les conteneurs de déchets radioactifs. Ces modules sont isolés des eaux de pluie et de ruissellement et/ou, selon la configuration, des eaux souterraines, par un système de protection peu perméable à l'eau.



Source :
[91]

6.2 Options à vocation non définitive

Deux options à vocation non définitive peuvent être envisagées pour la gestion à long terme des déchets B&C. Ces options imposent tôt ou tard de reposer la question du choix d'une option de gestion à vocation définitive :

- l'entreposage de longue durée, dans la perspective du choix ultérieur d'une option de gestion à vocation définitive ;
- l'entreposage dans l'attente de la mise en œuvre industrielle de technologies nucléaires avancées.

L'*entreposage de longue durée* (voir SEA, section 7.2.2.1) consiste à entreposer les déchets dans des installations dédiées pour une durée allant a priori de 100 à 300 ans, ce qui imposera aux générations futures de décider au terme de cet entreposage de la façon de poursuivre la gestion des déchets en question. L'entreposage de longue durée impose de concevoir et de construire des installations d'entreposage (en surface, à quelques mètres sous la surface ou plus profondément) capables d'assurer la protection de l'homme et de l'environnement durant cette période, moyennant contrôles et entretiens périodiques et moyennant vérifications périodiques de l'intégrité des conteneurs de déchets qu'elles contiennent, avec si nécessaire réemballage ou reconditionnement des déchets (Figure 26). La matrice de conditionnement des déchets et le conteneur qui les enferme constituent en effet les premières barrières de confinement de la radioactivité. Le site doit par ailleurs également être contrôlé. Durant toute cette période, la protection de l'homme et de l'environnement repose donc sur des actions humaines. L'entreposage de longue durée est par conséquent équivalent, en termes de gestion et d'installations nécessaires, à la première étape de l'entreposage perpétuel.

L'*entreposage dans l'attente de la mise en œuvre industrielle de technologies nucléaires avancées* (voir SEA, section 7.2.2.2), qui impose tôt ou tard de reposer la question du choix d'une option de gestion à vocation définitive, implique la prolongation, pour plusieurs décennies au moins, de la situation actuelle d'entreposage provisoire des déchets (ou, à tout le moins, des combustibles irradiés) et/ou la construction de nouvelles installations dédiées. Les technologies avancées, actuellement en cours de recherche et développement, visent avant tout une utilisation plus efficace des ressources naturelles (minerai d'uranium) dans un contexte de production d'électricité. Ces technologies devraient également permettre une diminution du volume et de la dangerosité des déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie futurs. Cette recherche et développement s'effectue essentiellement dans le cadre du développement de réacteurs nucléaires avancés (réacteurs de génération IV), autrement dit dans un cadre de production énergétique, donc beaucoup plus large que celui de la gestion des déchets radioactifs. Le recours aux technologies nucléaires avancées entraîne inévitablement le recours au retraitement poussé des combustibles irradiés.

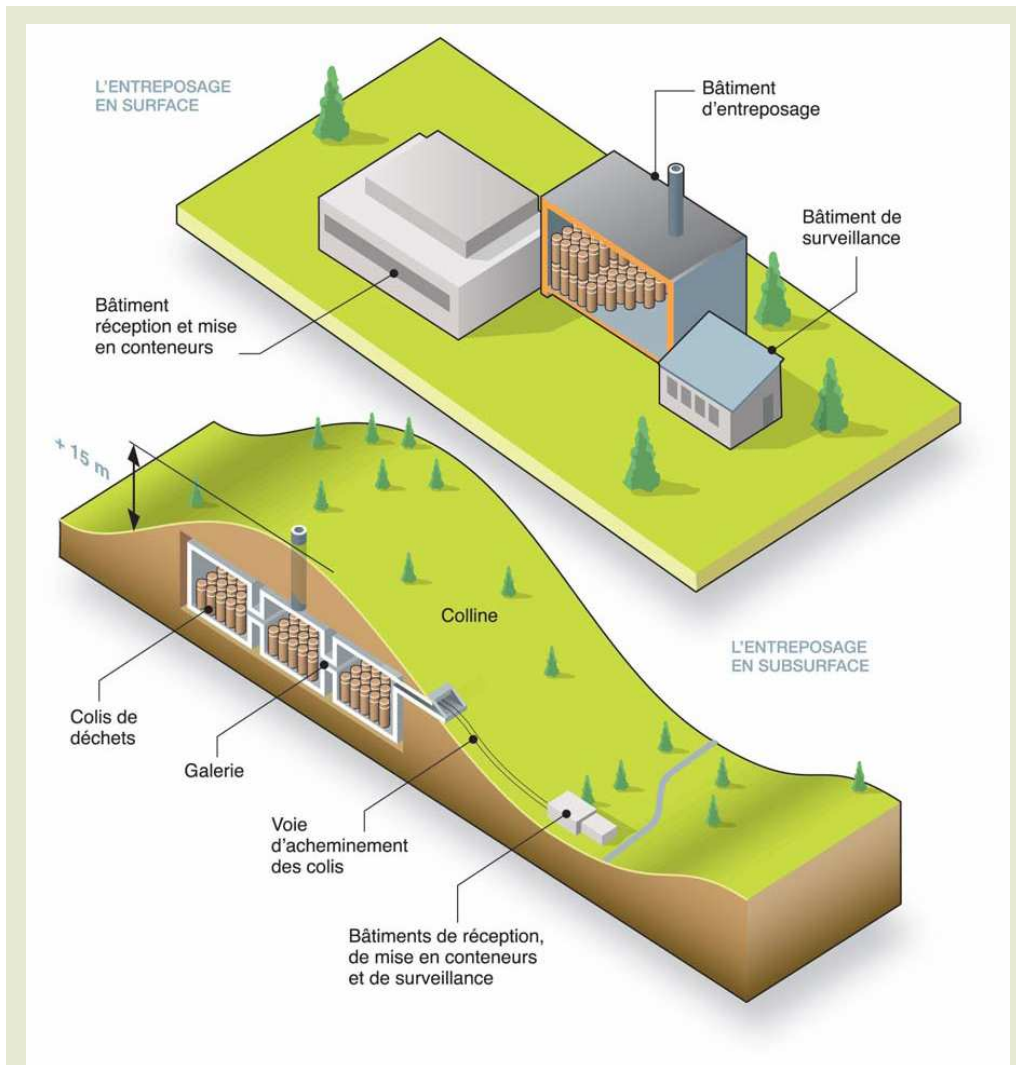


Figure 26 – Installations types d’entreposage de longue durée, en surface et en subsurface (source : [93]).

6.3 Option du statu quo (ou option zéro)

L’option du *statu quo* (voir SEA, section 7.2.3), ou option zéro, qui consiste à décider de *ne rien décider maintenant* concernant la gestion à long terme des déchets B&C, signifie le report à une date indéterminée de toute décision à ce sujet et entraîne donc la prolongation de fait de la situation actuelle d’entreposage provisoire (Figure 27). Cette prolongation implique la poursuite des activités actuelles de gestion active : vérifications périodiques de l’intégrité des conteneurs de déchets, réemballage ou reconditionnement éventuel de déchets, entretiens périodiques des installations d’entreposage et contrôle des installations et du site. Une telle prolongation n’est possible que pour une durée limitée fixée par l’état des bâtiments d’entreposage actuels, leur rythme de remplissage et les dispositions des autorisations. Au-delà de cette période se pose la question de la construction de nouvelles installations d’entreposage ou du choix d’une option de gestion à vocation définitive.

Décider de ne rien décider maintenant concernant la gestion à long terme – maintien de la situation actuelle

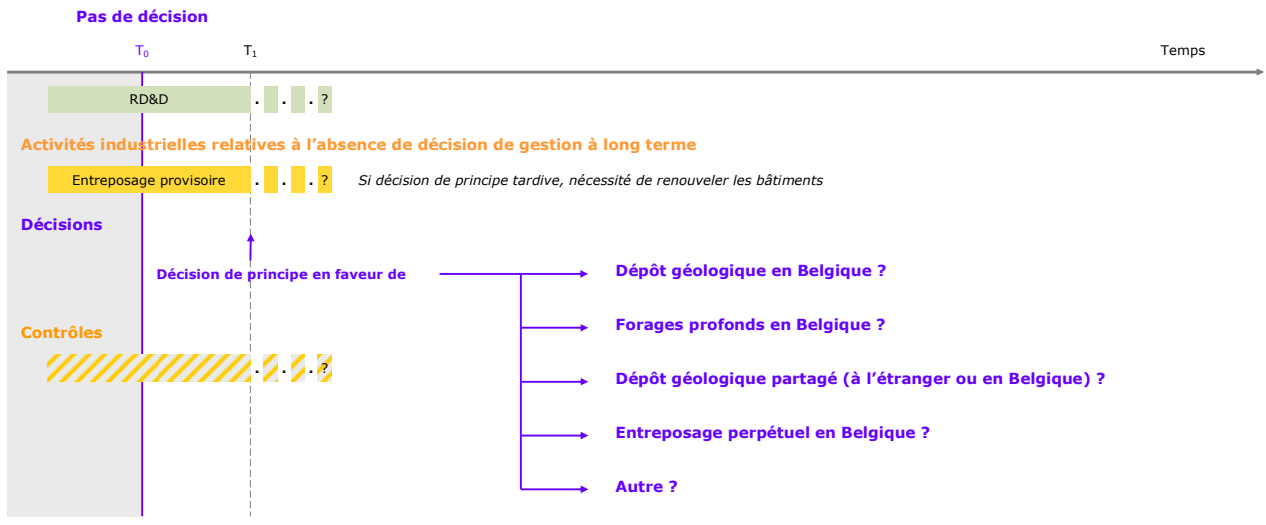


Figure 27 – L’option du statu quo impose tôt ou tard de reposer la question du choix d’une option de gestion à vocation définitive.



7 Evaluation et comparaison des options

L'évaluation stratégique dans le cadre du SEA des options de gestion considérées dans le Plan Déchets pour la gestion à long terme des déchets B&C conforte, selon l'ONDRAF, le bien-fondé de l'orientation suivie depuis plus de 30 ans en Belgique en la matière, à savoir leur mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes). Cette position est développée ci-dessous dans un raisonnement par étapes, après une brève description des principales caractéristiques de la méthodologie d'évaluation suivie dans le SEA. Cette position s'applique à la gestion des déchets B&C existants et dont la production est prévue, principalement dans le cadre du programme électronucléaire *actuel*. Elle ne s'applique pas à de nouveaux types d'activités ou d'installations nucléaires.

7.1 Méthodologie d'évaluation suivie dans le SEA

Selon la loi du 13 février 2006 [12] et conformément à la demande de la tutelle de l'ONDRAF de 2004 [11], le SEA devait examiner les solutions de substitution raisonnables à la solution que l'ONDRAF préconise pour la gestion à long terme des déchets B&C, qui se fonde sur la réalisation d'un dépôt géologique. Il comporte en corollaire un bref descriptif des solutions qui ne pouvaient raisonnablement être retenues, y compris les principales raisons de leur rejet (voir SEA, section 7.1).

Le SEA « identifie, décrit et évalue les incidences notables probables de la mise en œuvre du plan ou du programme, ainsi que les solutions de substitution raisonnables tenant compte des objectifs et du champ d'application géographique du plan ou du programme. » (Loi du 13 février 2006, annexe II)

« Un tel programme de travail doit permettre d'étudier toutes les stratégies possibles de gestion à long terme, ainsi que les procédures participatives possibles, l'élaboration d'un Strategic Environmental Assessment pouvant représenter une étape importante dans ce cadre. Les résultats d'une telle étude doivent permettre de prendre une décision en ce qui concerne l'option à considérer en fin de compte et de fixer les conditions aux limites auxquelles l'option doit répondre. » (Lettre de la tutelle de l'ONDRAF) [traduction de l'ONDRAF]

Concrètement, les options évaluées dans le SEA sont au nombre de six :

- l'entreposage perpétuel ;
- le dépôt géologique ;
- la mise en forages profonds ;
- l'entreposage de longue durée, dans la perspective du choix ultérieur d'une option de gestion à vocation définitive ;
- l'entreposage dans l'attente de la mise en œuvre industrielle de technologies nucléaires avancées ;
- l'option du statu quo.

Toutes, à l'exception de l'option du statu quo, peuvent s'envisager dans un cadre exclusivement national ou dans un cadre multinational. L'entreposage dans la perspective du choix ultérieur d'une option de gestion à vocation définitive et l'entreposage dans l'attente de la mise en œuvre industrielle de technologies nucléaires avancées peuvent être examinés conjointement au titre d'entreposage de longue durée (100 à 300 ans) en vue ou en l'attente d'« autre chose » (section 7.2.2.1). Ils font en effet appel aux mêmes types d'installations, ayant les mêmes types d'impacts.

Bien que la loi du 13 février 2006 ne porte que sur l'analyse des incidences environnementales des options considérées, l'ONDRAF a souhaité que le SEA soit un SEA *intégré*, c'est-à-dire un SEA qui compare les options selon les quatre dimensions d'une solution durable de gestion (voir aussi Cadre 1 à la section 1.2) :

- la dimension *environnementale et de sûreté*, qui renvoie notamment à la protection de l'homme et de l'environnement des risques potentiels associés aux déchets B&C aussi longtemps que nécessaire, et donc en particulier à la nécessité d'assurer la sûreté radiologique et non radiologique à long terme ;
- la dimension *technique et scientifique*, qui renvoie notamment à la nécessité d'une approche scientifiquement justifiée et à la notion de faisabilité technique, au vu des connaissances disponibles ;
- la dimension *financière et économique*, qui renvoie notamment aux possibilités et mécanismes de financement selon le principe du *pollueur payeur* et à l'impact économique ;
- la dimension *sociétale et éthique*, qui renvoie notamment aux principes d'équité intra- et intergénérationnelle et à la nécessité d'une assise sociétale.

Dans la mesure où le Plan Déchets vise une décision de nature stratégique, en dehors de toute considération de choix de site, l'évaluation des options considérées a été essentiellement qualitative, s'appuyant sur des jugements d'experts fondés sur la base de connaissances — entièrement publique — qui est disponible aux niveaux national et international et, dans la mesure du possible, sur des études similaires effectuées à l'étranger et sur les décisions prises en conséquence ainsi que sur le retour d'expérience d'infrastructures analogues existantes, en Belgique et à l'étranger. Des analyses quantitatives ont toutefois été effectuées chaque fois que c'était possible et que cela se justifiait. Des analyses plus fines des incidences environnementales seront effectuées à des stades ultérieurs, une fois qu'une solution de gestion aura été choisie et/ou qu'il faudra comparer des sites d'implantation potentiels et d'éventuelles variantes de la solution choisie. Egalement en raison de l'absence de toute considération de choix de site, les effets environnementaux transfrontières n'ont pas été évalués, ce qui a été jugé justifié par le Comité d'avis SEA (section 1.2.2). (Pour une description de la méthodologie d'évaluation suivie dans le SEA, voir chapitre 5 du SEA.)

L'évaluation des incidences environnementales a distingué le court terme (jusqu'à environ 100 ans après le choix d'une solution de gestion) et le long terme (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années) (voir SEA, chapitre 8). En effet, à *court terme* auront lieu différentes activités opérationnelles (construction, exploitation, etc.) dont les incidences sur l'environnement peuvent être évaluées selon le schéma classique d'une étude d'incidences. Cette étude a été complétée par l'examen de critères additionnels, de manière à couvrir adéquatement les quatre dimensions d'une solution durable de gestion. A *long terme* par contre, et compte tenu des incertitudes relatives notamment à l'évolution sociétale et à l'évolution de la biosphère, il n'y a guère de sens à évaluer les incidences environnementales de la même manière. Pour le long terme, c'est principalement l'impact radiologique sur l'homme et l'environnement qui a été évalué, ainsi que les aspects d'équité intergénérationnelle. L'évaluation du long terme a aussi considéré des impacts autres que l'impact radiologique, par exemple l'impact thermique des déchets de catégorie C sur les aquifères et la formation géologique.

Le SEA a examiné en particulier la robustesse des différentes options et les conditions de réalisation de chacune d'elles (voir SEA, section 7.2, et [94, 95, 96]).

La robustesse des différentes options est la mesure dans laquelle leur capacité à assurer la protection de l'homme et de l'environnement est sensible aux évolutions temporelles, y compris les évolutions sociétales (voir SEA, chapitre 10 et annexe C).

Toutes autres choses égales par ailleurs, la fiabilité de l'évaluation des incidences des options de gestion considérées dépend principalement de la robustesse de ces options. L'évaluation des différentes options a donc pris en compte différents futurs possibles en plus du « futur attendu » (section 8.1.4.4). Ces futurs possibles dépendent du type d'option considéré et de la fenêtre de temps considérée et peuvent être classés en trois groupes :

- *des évolutions naturelles* : réchauffement climatique, séisme, glaciation sévère, inondation, tornade, etc. ;
- *des changements dans la stabilité physique et technique intrinsèque de l'installation de gestion* : défaillance prématurée d'une barrière ouvragée, apparition de voies de migration préférentielle pour les radionucléides et les contaminants chimiques, etc. ;
- *des événements externes non naturels* : explosion à proximité d'une installation de gestion en surface, chute d'un avion sur une installation de gestion en surface, forage à travers une installation de dépôt en profondeur, etc.

En plus de la robustesse des options de gestion par rapport à différents futurs possibles, les évaluations réalisées dans le cadre du SEA ont aussi tenu compte de leur robustesse par rapport à différents types d'évolutions sociétales : à court terme, notamment le maintien des tendances socio-culturelles et politico-institutionnelles actuelles et le chaos sociétal et, à long terme, la migration de la population suite à une montée du niveau des mers ayant entraîné la disparition d'une partie du territoire belge, un effondrement du système existant avec régression générale de la société, ou le développement d'une société à haute technologie et innovante caractérisée par une organisation sociétale stable.

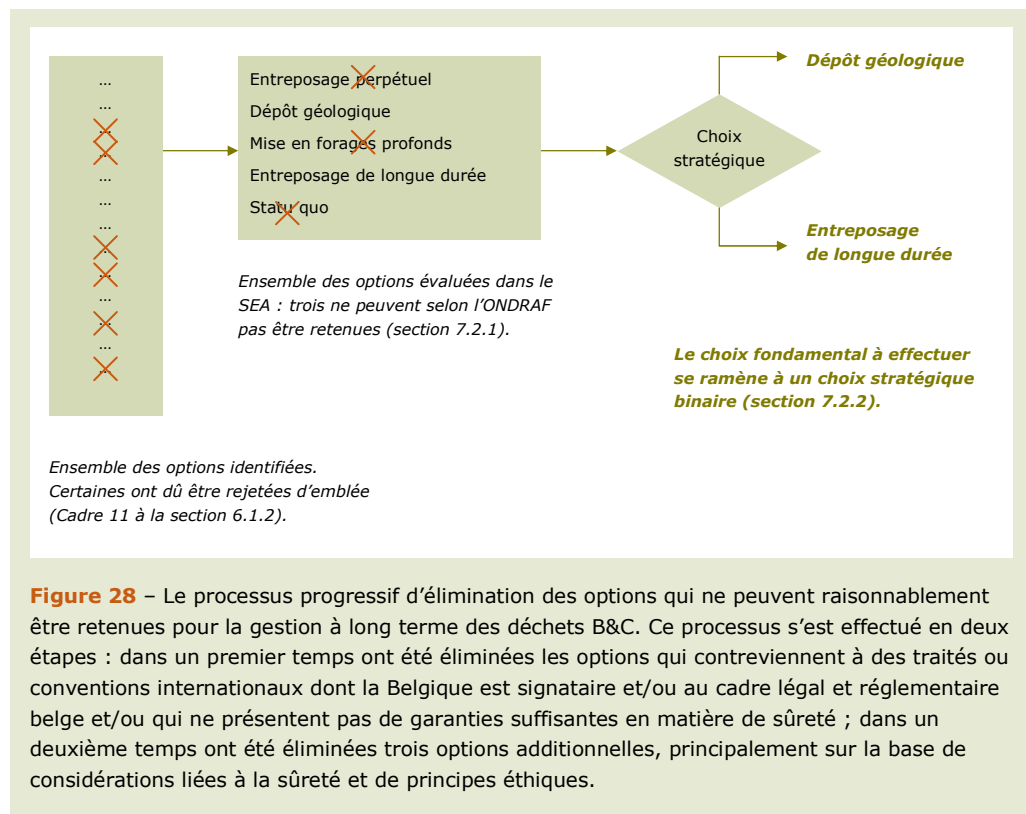
Le SEA intégré a aussi veillé à apporter, pour chaque option, une réponse aux principales questions et préoccupations exprimées durant les dialogues ONDRAF et la

conférence interdisciplinaire organisés en vue précisement de l'enrichir et d'enrichir le Plan Déchets (voir SEA, annexe A).

7.2 Evaluation globale intégrée de l'ONDRAF

Pour l'ONDRAF, le choix du type de solution à réaliser pour la gestion à long terme des déchets B&C peut être ramené à un choix stratégique binaire (Figure 29) : la mise en dépôt des déchets dans une formation géologique appropriée ou leur entreposage de longue durée (section 7.2.2). En effet, parmi les six options évaluées dans le SEA, trois ne peuvent selon l'ONDRAF pas être retenues pour la gestion à long terme des déchets B&C (Figure 28 et section 7.2.1) :

- l'option du statu quo,
- l'option de l'entreposage perpétuel,
- l'option de la mise en forages profonds.



7.2.1 Les options qui ne peuvent être retenues

Outre le fait que maintenir le statu quo — autrement dit maintenir les déchets B&C en entreposage provisoire —, n'est par définition pas une solution de gestion à long terme et ne permet donc pas à l'ONDRAF de remplir sa mission de gestion dans son intégralité, l'ONDRAF estime que l'option de l'entreposage perpétuel et celle de la mise en forages profonds ne peuvent être retenues pour la gestion à long terme en Belgique des déchets B&C. Ces options sont écartées pour des raisons très différentes, dont seules les principales sont reprises ci-dessous.

7.2.1.1 Entreposage perpétuel

L'entreposage perpétuel (section 6.1.1) est avant tout une vue de l'esprit, dont le bien-fondé ne résiste pas longtemps à l'analyse. L'entreposage perpétuel fait en effet l'hypothèse de la répétition, pendant des centaines de milliers d'années, de cycles d'opérations industrielles d'une durée d'a priori 100 à 300 ans chacun [94]. La sûreté et la protection de l'homme et de l'environnement reposent donc dans une très large mesure sur des actions humaines, et ce de génération en génération. Si cette gestion active cesse, le risque devient soudainement énorme.

La nécessité d'assurer *pour toujours une gestion active* des installations d'entreposage perpétuel pour assurer leur sûreté constitue la principale faiblesse de cette option. Les incertitudes quant à l'évolution de la société au fil des millénaires sont en effet élevées et il est par ailleurs illusoire de penser pouvoir assurer le transfert des connaissances nécessaires à la bonne gestion des déchets sur des périodes qui dépassent ce que l'homme peut imaginer. Enfin, il est impossible d'évaluer le coût total d'un entreposage perpétuel et de créer un mécanisme de financement susceptible de générer à perpétuité les montants nécessaires pour couvrir les coûts au fur et à mesure qu'ils se produisent. Quand bien même ce coût total pourrait être évalué et quand bien même des provisions suffisantes pourraient être constituées par les générations actuelles, conformément au principe du *pollueur payeur*, il est impossible de garantir que ces provisions resteraient disponibles pour ce à quoi elles sont destinées.

Outre que la sûreté d'une solution d'entreposage perpétuel est fortement sensible aux instabilités sociétales (voir SEA, annexe C) et aux aléas naturels ou, en d'autres termes, qu'une telle solution est peu robuste, elle reporterait la charge de la gestion des déchets radioactifs de génération en génération et, à ce titre, contrevient totalement au principe d'équité intergénérationnelle.

L'ONDRAF est donc d'avis que compte tenu du manque de robustesse de toute solution de type entreposage perpétuel et compte tenu de ce que toute solution de ce type contrevient totalement au principe d'équité intergénérationnelle, l'entreposage perpétuel n'est pas une solution acceptable pour la gestion à long terme des déchets B&C.

7.2.1.2 Mise en forages profonds

La technique de la mise en forages profonds (section 6.1.2) a été considérée et testée dès les années 1980 pour l'enfouissement des déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie et ce, dans différents types de formations hôtes (voir par exemple [97] pour le sel, [98] pour les roches cristallines et [99] pour les argiles). Dans les années 1990, l'AIEA a mis au point un concept de mise en forages profonds (BOSS — *Borehole disposal of disused Sealed Sources*) pour fournir une solution aux pays qui, contrairement à la Belgique, ne doivent gérer à long terme qu'une très faible quantité de déchets, en particulier des sources radioactives scellées usagées, utilisées notamment en radiothérapie [100]. Une mise en œuvre de ce concept a été initiée en 2008 au Ghana sous l'égide de l'AIEA pour des forages de quelques centaines de mètres [100].

L'intérêt principal des forages (très) profonds (2 à 4 km de profondeur) est l'absence ou la limitation drastique des mouvements d'eau souterraine à ces profondeurs, ce qui

conduit à des temps de transport des radionucléides vers la biosphère extrêmement longs. La démonstration de la sûreté d'une mise en forages profonds demanderait, vu les difficultés à caractériser l'environnement géologique à ces profondeurs, un programme de RD&D considérable (estimé en 2007 dans le cas suédois à plus de 30 ans et à un coût de plus de 400 millions EUR [101]).

Par contre, les forages profonds constituent en pratique des systèmes mono-barrière, puisque les conteneurs de déchets se déformeront très rapidement sous l'effet des contraintes sévères auxquelles ils seront soumis. Cette technique ne repose donc pas sur une approche basée sur l'emploi de barrières multiples, exigée aux niveaux tant national qu'international.

Bien qu'ayant fait l'objet de nombreuses études et qu'étant périodiquement réévaluée [98], la mise en forages profonds n'est actuellement appliquée que de manière très limitée et n'est plus considérée que pour de petites quantités de déchets particuliers de catégorie B. Très récemment, il a été fait mention dans deux études américaines des avantages que pourrait procurer cette technique pour l'enfouissement direct du plutonium, car elle réduit les risques de prolifération en rendant difficile sa récupération, ou de déchets présentant des toxicités très élevées. Ces deux études indiquent aussi que la mise en forages profonds est restreinte aux faibles volumes de déchets et nécessite des études de sûreté complémentaires vu le manque d'expérience en la matière [79, 102].

Au vu des réalisations actuelles, notamment dans les domaines pétroliers et de la géothermie, la faisabilité de la mise en forages profonds semble acquise. Ces réalisations montrent aussi que la réversibilité en exploitation peut être garantie, en tout cas pour des forages de quelques centaines de mètres de profondeur. La récupération des déchets est par contre nettement plus difficile à envisager, en raison de la présence de bouchons placés tous les 3 à 5 conteneurs de déchets afin d'isoler et de découpler mécaniquement les empilements successifs.

L'option de la mise en forages profonds est difficilement envisageable dans le contexte de la gestion à long terme des déchets belges et ce, principalement pour les raisons suivantes.

- Les volumes et types de déchets à gérer en Belgique ne s'inscrivent pas dans les cas classiquement considérés pour la mise en forages profonds.
- Compte tenu de la nécessité de travailler à grande profondeur et des caractéristiques du sous-sol belge, les seules roches potentiellement appropriées à la mise en œuvre de forages profonds sont des formations schisteuses ou cristallines. En pratique, seules les premières sont envisageables, les formations cristallines supposées présentes à très grandes profondeurs sous le Massif du Brabant n'ayant jamais été rencontrées par forage (section 7.2.2.2).

Les difficultés liées à l'utilisation des schistes comme formations hôtes pour une installation de dépôt géologique (section 7.2.2.2) sont donc transférables à la mise en forages profonds au sein de ces formations. Il est en outre difficile de prédire adéquatement les caractéristiques de la roche autour d'un forage par les seules techniques de caractérisation de surface ou en forage (c'est-à-dire sans recours à une installation de caractérisation *in situ* ou à un laboratoire souterrain), et ce d'autant plus que les profondeurs ici considérées sont importantes. Cette difficulté

est amplement confirmée par les investigations du sous-sol européen à grandes profondeurs réalisées à des fins scientifiques [96].

Enfin, la dispersion et la multiplication des forages soulèvent des questions réglementaires inédites : ainsi, chaque forage doit-il être considéré comme une installation nucléaire ?

L'ONDRAF est donc d'avis que compte tenu de ce que la réalisation de forages profonds s'accompagne nécessairement des difficultés propres aux formations schisteuses (section 7.2.2.2), qu'elle nécessiterait un programme de RD&D entièrement dédié, qu'elle n'est pratiquée que pour de faibles quantités de déchets et qu'elle ne permet pas de récupérer les déchets, la mise en forages profonds en Belgique n'est pas une solution raisonnablement envisageable pour la gestion à long terme des déchets B&C. Il semble toutefois indiqué de suivre l'évolution des connaissances internationales relatives aux forages profonds, ce que l'ONDRAF a fait dans le cadre du SEA et va continuer à faire [96], afin de disposer le cas échéant d'une solution pour la gestion à long terme de quantités très limitées de déchets dont on souhaiterait rendre la récupération particulièrement difficile.

7.2.2 Le choix stratégique

Le choix fondamental à effectuer quant au type de solution à réaliser pour la gestion à long terme des déchets B&C se ramène selon l'ONDRAF à un choix stratégique entre deux possibilités (Figure 29) :

- le dépôt dans une formation géologique appropriée
- ou l'entreposage de longue durée.

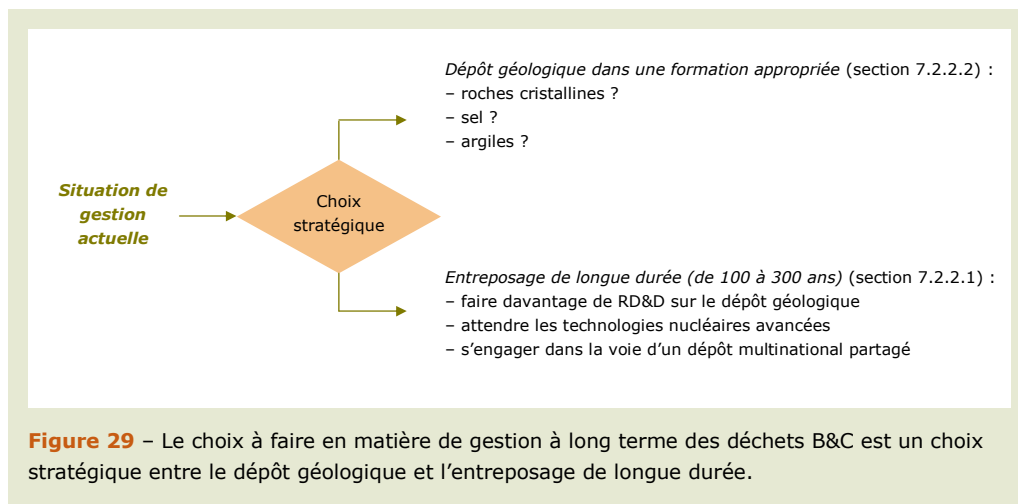


Figure 29 – Le choix à faire en matière de gestion à long terme des déchets B&C est un choix stratégique entre le dépôt géologique et l'entreposage de longue durée.

Le choix stratégique qui se pose en matière de gestion à long terme des déchets B&C est comparable au choix qui a été demandé au gouvernement en 1997 concernant la gestion à long terme des déchets de catégorie A. A cette époque, l'ONDRAF avait demandé au gouvernement d'effectuer un choix stratégique entre la mise en dépôt final de ces déchets ou une attente prolongée (plus de 100 ans) en entreposage. Cette

demande s'appuyait sur une comparaison, notamment des points de vue sûreté et environnement, des diverses options envisageables pour la gestion à long terme des déchets de catégorie A [61]. Un choix en faveur de la mise en dépôt final devait conduire ultérieurement à la question du type de dépôt final (en surface ou en profondeur) à réaliser. Un choix en faveur d'un entreposage prolongé devait conduire à se reposer quelques générations plus tard la question de la solution de gestion à long terme à réaliser.

La demande adressée au gouvernement en 1997 a été suivie d'une décision peu après : début 1998, le Conseil des ministres optait en effet « *pour une solution définitive ou à vocation définitive, progressive, flexible et réversible* » pour la gestion à long terme des déchets de catégorie A, autrement dit pour une solution de type *mise en dépôt final*. Le projet catégorie A évolue depuis lors par étapes (section 4.2.3).

La préférence donnée à la mise en dépôt des déchets de catégorie A plutôt qu'à leur entreposage prolongé a été rappelée quelques années plus tard, avec sa justification, dans l'exposé des motifs de la loi du 2 août 2002 portant assentiment à la Convention commune [7] :

« la solution de l'évacuation des déchets de faible activité et de courte durée de vie a été préférée à l'entreposage prolongé parce que ce dernier ne présente pas suffisamment de garanties de protection des générations futures. »

Une question similaire se pose maintenant pour la gestion à long terme des déchets B&C.

Le dépôt géologique et l'entreposage pour une période de 100 à 300 ans se distinguent essentiellement par le fait que l'entreposage n'est pas une solution de gestion à vocation définitive, au contraire du dépôt géologique, lequel peut en outre devenir un système qui assure la sûreté de façon passive après sa fermeture complète. La période opérationnelle (construction, exploitation, fermeture) d'un dépôt géologique (ordre de grandeur d'une centaine d'années) requiert par contre une gestion active et, en cela, est comparable à la période opérationnelle d'une installation d'entreposage.

Bien que la solution du dépôt géologique bénéficie d'un très large support institutionnel au niveau international (Cadre 12) et soit la solution qui a été choisie par les pays de l'OCDE qui possèdent une ou plusieurs centrales nucléaires commerciales et ont défini une politique pour la gestion à long terme de leurs déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie (Cadre 10 à la fin de la section 5.2.3), l'ONDRAF a comparé les avantages et inconvénients du dépôt géologique avec ceux de l'entreposage durant 100 à 300 ans (Table 5 et Table 6). Cette comparaison a été effectuée sur la base des critères qui apparaissent comme les plus pertinents pour discriminer des options de gestion à long terme. Ils portent sur les quatre dimensions d'une solution durable pour cette gestion.

Cadre 12 – Exemples tirés du support institutionnel au niveau international et de recommandations internationales en faveur de la mise en dépôt géologique des déchets conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie

- Programme Action 21 A *Blueprint for Sustainable Development* des Nations Unies, 1992 [25]

« 22.8. Les Etats, en coopération le cas échéant avec des organisations internationales, devraient : a) Promouvoir les recherches et la mise au point de méthodes permettant d'assurer, de manière sûre et écologique, le traitement, la transformation et l'évacuation, y compris dans des formations géologiques profondes, des déchets hautement radioactifs; b) Réaliser des programmes de recherche et d'évaluation concernant l'évaluation de l'impact sanitaire et environnemental de l'élimination des déchets radioactifs. [...] »
- Sixième rapport de la Commission au Parlement européen et au Conseil (8 septembre 2008) sur la gestion des déchets radioactifs et des combustibles irradiés dans l'Union européenne, destiné à permettre de relancer le débat sur une législation de l'Union européenne en la matière [103]

« Après 30 ans de recherches, il a été suffisamment démontré que l'évacuation en couche géologique constituait actuellement l'option la plus sûre et la plus durable pour une gestion à long terme de déchets de haute activité et de combustibles irradiés devant faire l'objet d'une évacuation directe, même s'il est nécessaire de poursuivre une recherche-développement orientée vers la mise en œuvre dans les domaines identifiés par les principaux organismes de recherche en la matière et coordonnés dans le cadre du septième programme-cadre Euratom. »

« La Commission estime qu'un certain niveau a été atteint dans les domaines scientifiques et techniques pertinents pour l'évacuation en couche géologique et qu'il convient d'encourager et de faciliter sa mise en œuvre. »
- Résolution 1588 *Déchets radioactifs et protection de l'environnement* de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe (PACE), adoptée le 23 novembre 2007 au nom de l'Assemblée par la Commission permanente [104]

« 11. L'Assemblée demande aux Etats membres et observateurs du Conseil de l'Europe ayant à faire face au problème de la gestion des déchets nucléaires: 11.1. d'encourager les tests géologiques pour identifier des sites appropriés (c'est-à-dire présentant des garanties de stabilité à long terme et autorisant l'usage de multiples barrières pour empêcher les radionucléides d'atteindre la surface terrestre) à la construction de dépôts géologiques profonds pour le stockage des déchets radioactifs (solution considérée à l'heure actuelle comme la plus appropriée), afin d'assurer la sauvegarde à long terme de l'environnement et — si de tels sites sont identifiés — d'y construire ces dépôts; »
- Déclaration collective du Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) de l'AEN *Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste*, 2008 [105]

« Le stockage géologique assure une protection d'un niveau et d'une durée exceptionnels vis-à-vis des déchets de haute activité et à vie longue. Le confinement des déchets est fondé sur la capacité du milieu géologique local et des ouvrages de stockage à remplir des fonctions de sûreté spécifiques, et ce, de manière complémentaire. Ces composants jouent alors des rôles de barrières multiples. »

« Un large consensus scientifique se dégage parmi les experts du monde entier sur la faisabilité technique du stockage. Ce consensus s'appuie a) sur la quantité considérable de données expérimentales acquises sur les différentes formations géologiques et sur les matériaux d'ingénierie étudiés ; ces données ayant été obtenues à partir de travaux de reconnaissance géologique menés depuis la surface, ainsi que dans les installations de recherche et de démonstration en souterrain, b) sur l'état de l'art des techniques de modélisation, c) sur l'expérience acquise de l'exploitation de stockages souterrains d'autres catégories de déchets, ainsi que d) sur les avancées en matière d'évaluation de la sûreté des projets de stockages géologiques. »

« L'éventail de milieux géologiques qui permet de réaliser le stockage est large, dès lors que le site est soigneusement sélectionné et que la conception, l'architecture de l'installation et les barrières ouvragées y sont adaptées pour satisfaire l'ensemble des fonctions requises. »

- Publication *Policies and Strategies for Radioactive Waste Management* de l'AIEA, 2009 [74]

« La mise en dépôt géologique en profondeur est généralement considérée comme étant la meilleure façon d'assurer une gestion permanente des combustibles usés et des déchets de haute activité. » [traduction de l'ONDRAF]

- Article *Long-Term Management of High-Level Waste: Defining National Strategies as a Sound Application of the Precautionary Principle* d'EDRAM, une association internationale qui regroupe onze agences nationales de gestion des déchets radioactifs, 2009 [76]

« La mise en dépôt dans une formation géologique stable, dans une installation conçue pour être intrinsèquement sûre, qui fait l'objet de recherches depuis maintenant des décennies dans de nombreux pays, est généralement considérée par la communauté scientifique internationale comme une solution techniquement faisable. Si l'environnement géologique est choisi soigneusement et que l'installation et le système de barrières ouvragées sont conçus en fonction de ses caractéristiques, elle peut assurer la sûreté à long terme, tout en étant a priori définitive, ce qui évite de reporter de lourdes charges techniques sur les générations futures [...]. Ce point de vue s'appuie sur la quantité considérable de connaissances et de savoirs disponibles au niveau mondial en matière de dépôt géologique. » [traduction de l'ONDRAF]

Pour d'autres exemples tirés du support institutionnel, voir aussi [106, 107].

La comparaison de la mise en dépôt géologique avec l'entreposage durant 100 à 300 ans met en évidence deux éléments qui pèsent selon l'ONDRAF de façon décisive en faveur du dépôt géologique comme solution pour la gestion à long terme des déchets B&C.

- La *robustesse* du dépôt géologique par rapport aux évolutions futures (sociétales, naturelles, etc.), autrement dit le fait que la sûreté d'un système de dépôt adéquatement conçu et réalisé n'est pas affectée de façon inacceptable par les évolutions futures. Inversement, la sûreté d'un entreposage requiert une gestion active et est donc particulièrement tributaire des évolutions sociétales : elle pourrait ne plus être assurée en cas de manquements dans la gestion active.
- Le fait qu'un dépôt géologique reporte un *minimum de charges* sur les générations futures. Inversement, toute solution d'entreposage reporte *de facto* l'entièreté de la responsabilité de la gestion, y compris des charges associées élevées, sur les générations futures, qui seront obligées de décider d'une solution à vocation définitive ou d'une nouvelle période d'entreposage à la fin de la période d'entreposage de longue durée.

Bien entendu, l'appréciation des avantages et inconvénients respectifs des deux solutions de gestion comporte une part de jugement subjectif, qui est liée aux poids relatifs attribués aux différents principes ou valeurs pris en compte. Ainsi, selon les constatations faites tant en Belgique qu'à l'étranger, l'utilisation du principe d'équité intergénérationnelle en matière de gestion à long terme des déchets B&C conduit systématiquement à des conclusions antinomiques. Le souhait de ne pas transmettre de charges indues (techniques, financières, radiologiques et décisionnelles) aux générations futures, et donc de réaliser une solution de gestion qui satisfait à cette exigence, est à mettre en balance avec le souhait de leur laisser une liberté de choix maximale par rapport à la gestion des déchets qu'elles reçoivent en héritage. Au terme d'une réflexion multidisciplinaire, le Conseil national suédois pour les déchets nucléaires (KASAM), qui conseille de manière indépendante le gouvernement suédois en la matière, a conclu, d'une part, qu'il en allait de la responsabilité de la génération actuelle d'assurer une

gestion sûre des déchets existants et prévus et, d'autre part, qu'« *Un dépôt géologique devrait être construit de manière telle qu'il rende les contrôles et les mesures correctives inutiles, tout en ne rendant pas ces contrôles et ces mesures correctives impossibles. En d'autres termes, notre génération ne devrait pas transmettre l'entière responsabilité de la gestion des déchets aux générations à venir, mais nous ne devrions pas nier aux générations futures la possibilité de prendre cette responsabilité* » [traduction de l'ONDRAF] [101, 108]. L'ONDRAF souscrit à cette position.

Du reste, il est impossible — et cette constatation se vérifie dans tous les pays où la question est posée — de clore le débat entre tenants et opposants au dépôt géologique sur la base de preuves scientifiques irréfutables. Aucune des parties prenantes au débat « dépôt contre entreposage » n'est en effet en mesure de prouver sa position car, dans un cas comme dans l'autre, il y a des incertitudes, mais ces incertitudes sont de natures fondamentalement différentes.

- Les *opposants au dépôt* émettent des doutes quant à la qualité et à la fiabilité des arguments présentés en faveur du dépôt, ou même y opposent un refus de principe, estimant que les déchets doivent pouvoir être contrôlés pendant longtemps, voire tant qu'ils présentent un risque, et qu'ils doivent pouvoir être récupérés en tout temps. Ils prônent généralement un entreposage en espérant qu'une solution « meilleure » que le dépôt soit trouvée, par exemple une solution qui permettrait de réduire, voire de « neutraliser » la radioactivité.
- Les *tenants du dépôt* s'appuient sur des acquis scientifiques et techniques considérables et considèrent généralement les incertitudes avancées par les opposants au dépôt comme peu susceptibles de remettre en question le bien-fondé d'une solution de dépôt. Ces incertitudes scientifiques et techniques sont en effet prises en compte dans tous les aspects et tout au long du développement d'un système de dépôt de manière à le rendre robuste. Les tenants du dépôt assoient leur confiance dans la sûreté de la solution qu'ils préconisent sur le fait que les formations géologiques qu'ils considèrent sont stables depuis des millions d'années. Ils émettent par contre de sérieux doutes quant à la possibilité d'assurer sur de très longues durées la continuité des actions nécessaires au maintien de la sûreté d'installations d'entreposage. Enfin, ils sont d'avis que les technologies nucléaires avancées ne permettront pas de « neutraliser la radioactivité » et n'élimineront pas la nécessité d'un dépôt géologique (section 7.2.2.1).

Table 5 – Evaluation multidimensionnelle de l’option de gestion « entreposage de longue durée » pour les déchets B&C.

Critères	Entreposage de longue durée
<p>Caractère définitif (et lien avec la possibilité de récupérer les déchets)</p>	<p>L’entreposage de déchets n’a, par essence, pas vocation à être définitif : la durée de vie d’une installation d’entreposage de longue durée peut aller de 100 à 300 ans, moyennant entretiens et renouvellements réguliers d’équipements, et est largement déterminée par la durabilité de la structure en béton. Tôt ou tard se pose donc la question de la solution de gestion qui doit s’y substituer.</p> <p>Des déchets entreposés peuvent à tout moment être récupérés.</p>
<p>Sûreté</p> <ul style="list-style-type: none"> - à court terme (< 100 ans) opérationnelle radiologique contrôlabilité (directe/indirecte) - à long terme (>> 100 ans) opérationnelle radiologique contrôlabilité (directe/indirecte) 	<p>La sûreté opérationnelle et radiologique d’une installation d’entreposage peut être assurée. La sûreté radiologique ne peut toutefois être assurée que moyennant une gestion active de l’installation (contrôles et entretiens). De telles installations existent tant en Belgique qu’à l’étranger.</p> <p>Une installation d’entreposage peut et doit être contrôlée durant toute son exploitation. Ce contrôle peut être tant direct (contrôle des conteneurs de déchets) qu’indirect (contrôle de l’installation, du site et des alentours du site). En cas de besoin, les déchets peuvent être retirés de l’installation.</p> <p>La sûreté d’une installation d’entreposage à la fin de sa vie (a priori jusqu’à 300 ans) dépend des actions de gestion prises à ce moment (transfert des déchets vers une autre installation de gestion, démantèlement de l’installation d’entreposage, ...).</p>
<p>Robustesse par rapport</p> <ul style="list-style-type: none"> - aux évolutions naturelles - aux évolutions dans la stabilité physique et technique intrinsèque de la solution - aux événements externes non naturels - aux évolutions sociétales 	<p>La conception de l’installation, le choix du site et le conditionnement des déchets peuvent être réalisés de manière à rendre une solution d’entreposage de longue durée robuste par rapport aux évolutions naturelles (séismes, inondations, ...), aux évolutions dans la stabilité physique et technique intrinsèque de l’installation et aux événements externes non naturels.</p> <p>La robustesse d’une solution d’entreposage de longue durée par rapport aux évolutions sociétales est toutefois faible : des manquements dans la gestion active peuvent entraîner des conséquences inacceptables pour l’homme et l’environnement. Sur une période de 100 à 300 ans, le risque de perturbations sociétales est jugé relativement limité.</p>
<p>Faisabilité</p> <ul style="list-style-type: none"> - existence de sites d’implantation adéquats - existence de technologies adéquates 	<p>Il y a beaucoup de possibilités de sites d’implantation qui répondent aux exigences nécessaires (stabilité mécanique, faible risque d’inondations, ...) pour des installations d’entreposage.</p> <p>Il existe déjà des bâtiments d’entreposage ayant une durée de vie de 75 à 100 ans environ. Selon des études à l’étranger, il serait possible, moyennant de la recherche et développement en matière de techniques de construction, d’allonger la durée de vie des bâtiments d’entreposage jusqu’à environ 300 ans.</p> <p>L’entreposage pendant plusieurs siècles d’assemblages de combustibles irradiés soulève toutefois la question de leur comportement sur de telles périodes (stabilité mécanique, corrosion, ...).</p>

(suite sur la double page suivante)

Table 6 – Evaluation multidimensionnelle de l’option de gestion « dépôt géologique » pour les déchets B&C.

Critères	Dépôt géologique
<p>Caractère définitif (et lien avec la possibilité de récupérer les déchets)</p>	<p>La mise en dépôt géologique est une solution de gestion à vocation définitive (fermeture par étapes du dépôt, jusqu’à en faire un système de gestion assurant la sûreté de façon passive, ayant un caractère définitif lié à la stabilité de l’ordre du million d’années de la géologie).</p> <p>Le degré de récupérabilité des déchets diminue au fur et à mesure de la fermeture du dépôt et le coût de récupération augmente en conséquence. Une fois le dépôt complètement fermé, la récupération des déchets s’apparente à une opération de <i>mining out</i> (opération de ré-ouverture de l’installation fermée).</p>
<p>Sûreté</p> <ul style="list-style-type: none"> - à court terme (< 100 ans) opérationnelle radiologique contrôlabilité (directe/indirecte) - à long terme (>> 100 ans) opérationnelle radiologique contrôlabilité (directe/indirecte) 	<p>Durant son exploitation, un dépôt géologique est une installation nucléaire où s’effectuent des activités comparables à celles qui prennent place dans des installations d’entreposage (mise en place des déchets), mais avec des aspects additionnels en raison de son caractère souterrain (ascenseurs, ventilation, protection incendie, évacuation, ...). Des contrôles directs (autour des déchets) et indirects (autour de l’installation) du comportement du dépôt sont possibles et nécessaires. Il existe un dépôt géologique pour déchets de longue durée de vie en exploitation aux Etats-Unis (installation de dépôt WIPP, construite dans une formation saline).</p> <p>Au fur et à mesure de la fermeture du dépôt, le système évolue d’un système actif à un système passif. Après fermeture, la sûreté radiologique est assurée par le système de dépôt lui-même (c’est-à-dire par l’ensemble formé par les barrières ouvragées et la barrière naturelle), comme montré par les nombreuses études de sûreté effectuées dans un grand nombre de pays, et ne nécessite plus d’interventions humaines. Ceci n’empêche pas de réaliser des contrôles (indirects).</p>
<p>Robustesse par rapport</p> <ul style="list-style-type: none"> - aux évolutions naturelles - aux évolutions dans la stabilité physique et technique intrinsèque de la solution - aux événements externes non naturels - aux évolutions sociétales 	<p>Grâce à la conception du système de dépôt, une solution de dépôt géologique est très robuste par rapport aux évolutions naturelles, aux évolutions dans la stabilité physique et technique intrinsèque du système et aux événements externes non naturels. Le choix d’une formation hôte et d’un site d’implantation adéquats joue un rôle important pour ce qui est de placer les déchets dans un environnement stable, hors d’atteinte des perturbations ou évolutions naturelles.</p> <p>Les barrières ouvragées et la formation hôte sont choisies de façon telle qu’elles forment, avec les déchets conditionnés, un tout aussi stable que possible, ce qui contribue à la robustesse intrinsèque du système de dépôt.</p> <p>Un dépôt géologique est en outre très robuste par rapport aux évolutions sociétales car il n’est pas nécessaire d’assurer une gestion active du dépôt après sa fermeture.</p> <p>Si la mémoire de l’emplacement du dépôt est perdue, un risque d’intrusion humaine ne peut être exclu.</p>
<p>Faisabilité</p> <ul style="list-style-type: none"> - existence de sites d’implantation adéquats - existence de technologies adéquates 	<p>Les sites potentiels d’implantation d’un dépôt géologique sont limités à ceux où est présente une couche géologique potentielle. Au niveau international, ce sont surtout les roches cristallines, le sel et les argiles qui sont étudiés en tant que formations hôtes potentielles pour une installation de dépôt. En Belgique, de grandes zones où sont présentes des argiles peu indurées (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) sont prometteuses. La possibilité de creuser des galeries par des moyens industriels dans une argile peu indurée a été démontrée.</p> <p>Les technologies nécessaires à la mise en dépôt (creusement et construction de galeries souterraines, technologies relatives à la fabrication et à la mise en place des conteneurs, ...) sont suffisamment développées et démontrées pour permettre, dans plusieurs pays (notamment en Finlande et en Suède), d’entamer la réalisation concrète d’un dépôt. Il y a un dépôt géologique aux Etats-Unis : le WIPP.</p>

(suite sur la double page suivante)

Critères

Entreposage de longue durée

Impact sur l'environnement

(voir aussi SEA, chapitre 9)

– à court terme (< 100 ans)

impact radiologique

impact chimique

perturbations physiques

(bruit, ...)

emprise au sol

– à long terme (>> 100 ans)

impact radiologique

impact chimique

perturbations physiques

(bruit, ...)

A court terme, les effets radiologiques et physico-chimiques attendus pendant l'entreposage des déchets sont largement inférieurs aux limites légales. Cette affirmation est confortée par le retour d'expérience associé à des installations d'entreposage dans de nombreux pays.

Les perturbations physiques attendues sont les effets classiques associés à un chantier de construction. Un nombre limité (< 10) d'installations d'entreposage, d'une emprise au sol totale de quelques dizaines d'hectares, suffit pour la gestion de l'ensemble des déchets B&C.

A la fin de la vie d'une installation d'entreposage de longue durée, une nouvelle décision en matière de gestion à long terme et une série d'actions sont nécessaires, qui entraînent une exposition radiologique des travailleurs futurs et des activités de démantèlement. L'impact à long terme dépend entièrement de cette nouvelle décision (future).

Aspects éthiques

– report de charges sur les générations futures

– maintien d'une liberté de choix (adaptabilité, réversibilité, récupérabilité) (sections 9.1.3 et 8.1.3)

Une solution d'entreposage de longue durée reporte des charges importantes (techniques, financières, radiologiques, décisionnelles, etc.) sur les générations futures, et en particulier la responsabilité de réaliser une solution de gestion à vocation définitive. Elle impose aussi un transfert des connaissances de génération en génération.

Une solution d'entreposage de longue durée laisse par contre une grande liberté de choix de gestion aux générations futures, y compris le choix de récupérer les déchets si elles le souhaitent.

Flexibilité

– par rapport aux types de déchets

– par rapport aux volumes de déchets

– par rapport à une prolongation éventuelle de la durée d'exploitation des centrales

Des déchets de types différents peuvent être entreposés dans des bâtiments d'entreposage différents, comme c'est déjà le cas actuellement, avec un dimensionnement des bâtiments (par exemple, l'épaisseur des murs) dépendant de la dangerosité des déchets.

Les capacités d'entreposage peuvent être augmentées au fur et à mesure des besoins, par l'extension des bâtiments existants ou la construction de nouveaux bâtiments.

Une prolongation éventuelle de la durée d'exploitation des centrales nucléaires existantes n'a qu'un impact limité sur la capacité d'entreposage nécessaire (Table 7 à la section 10.2.2).

Il y a flexibilité en ce qui concerne le lieu de mise en œuvre pour l'entreposage de longue durée.

Safeguards / sécurité

Les mesures et techniques existantes de sécurité et de *safeguards* (c'est-à-dire surveillance du site et des installations, et contrôle et inspection du site et des installations contenant des matières fissiles) actuellement appliquées au niveau international (AIEA et Euratom) pour l'entreposage provisoire des déchets radioactifs, y compris des combustibles irradiés, restent d'application.

Coût

– possibilité de le calculer

– possibilité d'établir un mécanisme de financement

Le coût d'installations d'entreposage peut être calculé. L'entreposage n'étant toutefois pas une solution de gestion à vocation définitive, le coût ainsi calculé ne couvre pas le coût d'une solution à vocation définitive et donc ne représente qu'une fraction du coût de gestion total.

Une solution d'entreposage de longue durée peut être financée par le mécanisme existant du fonds à long terme, mais avec une incertitude importante au niveau de la couverture des coûts de la solution à vocation définitive à réaliser après l'entreposage.

Critères

Dépôt géologique

Impact sur l'environnement

(voir aussi SEA, chapitre 9)

- à court terme (< 100 ans)
 - impact radiologique
 - impact chimique
 - perturbations physiques (bruit, ...)
 - emprise au sol
- à long terme (>> 100 ans)
 - impact radiologique
 - impact chimique
 - perturbations physiques (bruit, ...)

A court terme, les effets radiologiques et physico-chimiques attendus d'un dépôt géologique sont largement inférieurs aux limites légales.

Les perturbations physiques attendues sont les effets classiques associés à un chantier de construction, au creusement et à l'exploitation d'une installation souterraine pendant une période de plusieurs décennies et à l'exploitation d'installations en surface, comme des installations de post-conditionnement (section 8.1.2). L'emprise au sol serait d'environ 75 hectares.

A long terme, toutes les études, en Belgique et à l'étranger, montrent qu'un système de dépôt géologique bien conçu et réalisé est tel que les effets radiologiques et physico-chimiques attendus restent inférieurs aux limites légales. L'impact radiologique à long terme (sur des dizaines de milliers d'années) sur l'environnement direct de l'installation de dépôt sera plus que probablement très inférieur au niveau de la radioactivité naturelle dans l'environnement.

Aspects éthiques

- report de charges sur les générations futures
- maintien d'une liberté de choix (adaptabilité, réversibilité, récupérabilité) (sections 9.1.3 et 8.1.3)

Une décision de principe en faveur d'un dépôt géologique permet de limiter le report de charges (techniques, financières, radiologiques, décisionnelles, etc.) sur les générations futures. Après fermeture de l'installation de dépôt, les activités de gestion sont réduites, et limitées à des activités de contrôle de l'environnement de l'installation et à des activités de transfert des connaissances de génération en génération. Le système de dépôt peut assurer la sûreté même en cas d'arrêt de ces activités. L'intention est néanmoins de continuer le transfert des connaissances, et surtout le maintien de la mémoire de l'existence du dépôt géologique, aussi longtemps que jugé nécessaire.

Le degré de récupérabilité des déchets diminue au fur et à mesure de la fermeture du dépôt et le coût de récupération augmente en conséquence.

Flexibilité

- par rapport aux types de déchets
- par rapport aux volumes de déchets
- par rapport à une prolongation éventuelle de la durée d'exploitation des centrales

Jusqu'à présent, les études ne font apparaître aucun vice rédhibitoire pour la mise en dépôt géologique des différents types de déchets B&C existants et prévus. Un dépôt géologique peut être conçu et exploité de manière telle que des déchets de caractéristiques différentes soient placés dans des sections distinctes du dépôt, éventuellement de façon séquentielle.

La superficie d'un dépôt géologique est très réduite (quelques dizaines d'hectares) par rapport à la continuité latérale présentée par plusieurs formations géologiques potentielles présentes en Belgique, ce qui permet d'augmenter sa capacité selon les besoins.

Une seule installation de dépôt suffit pour l'ensemble des déchets B&C produits en Belgique dans le cadre du programme électronucléaire actuel et en cas de prolongation de la durée d'exploitation des centrales nucléaires existantes.

Safeguards / sécurité

Les contrôles de sécurité sont possibles par des techniques classiques. Les mesures de *safeguards* à appliquer à une installation de dépôt sont actuellement développées dans un cadre de collaboration et d'implémentation internationale (AIEA et Euratom). Le fait que les déchets se trouvent en profondeur renforce les aspects de *safeguards* et de sécurité, et plus encore après fermeture de l'installation.

Coût

- possibilité de le calculer
- possibilité d'établir un mécanisme de financement

Le coût d'un dépôt géologique peut être calculé. Comme un dépôt géologique est une solution à vocation définitive, le coût ainsi calculé représente en principe le coût total de la gestion à long terme (compte tenu des exigences éventuelles, par exemple en matière de récupérabilité, de contrôlabilité et de transfert des connaissances).

Une solution de dépôt géologique peut être financée par le mécanisme existant du fonds à long terme.

Un dépôt géologique développé, réalisé et fermé de façon progressive, le cas échéant après une période de contrôles *in situ*, constitue selon l'ONDRAF la seule solution de gestion à même de protéger dans la durée l'homme et l'environnement des risques associés aux déchets B&C et de minimiser le transfert de charges aux générations futures tout en leur laissant certaines possibilités de choix, en particulier en matière de contrôle du dépôt (nature et durée — section 8.1.3.2), de calendrier de fermeture, de récupération éventuelle des déchets (section 8.1.3.1) et de transfert de connaissances aux générations qui viendront après elles (section 8.1.3.3).

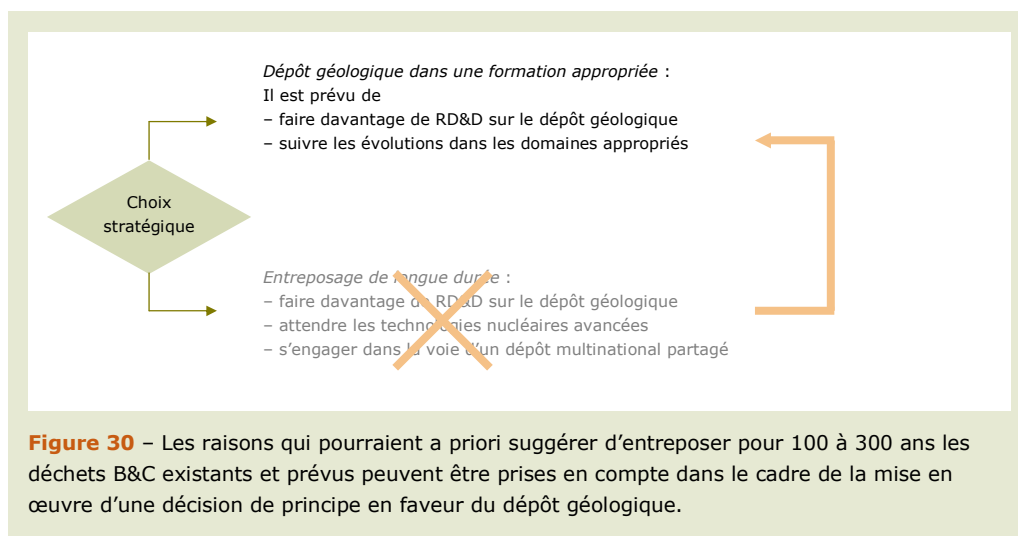
Outre qu'une solution d'entreposage durant une période de 100 à 300 ans présente des inconvénients significatifs par rapport à une solution de dépôt géologique, aucune des raisons qui pourraient a priori être invoquées pour justifier la nécessité d'un tel entreposage n'est véritablement déterminante selon l'ONDRAF (section 7.2.2.1). Quant à la mise en dépôt géologique, et compte tenu des formations géologiques présentes en Belgique et des connaissances disponibles, l'ONDRAF est d'avis que ce sont les argiles peu indurées (Argile de Boom et Argiles Yprésiennes) qui offrent les meilleures perspectives pour sa réalisation (section 7.2.2.2).

7.2.2.1 Aucune des raisons qui pourraient a priori suggérer d'entreposer pour 100 à 300 ans les déchets B&C existants et prévus ne justifie de postposer une décision de principe en faveur du dépôt géologique

Les raisons identifiées comme pouvant suggérer de postposer une décision de principe en faveur d'une solution de type « dépôt géologique » et préférer entreposer pour un certain temps encore (a priori 100 à 300 ans) les déchets B&C existants et prévus sont les suivantes :

- se donner le temps de faire d'avantage de RD&D en matière de dépôt géologique pour lever ou tout au moins réduire les incertitudes actuelles et/ou évaluer les forages profonds par exemple ;
- attendre la mise en œuvre industrielle de technologies nucléaires avancées, dans l'idée que ces technologies réduiront le volume et la dangerosité des déchets qui entrent en ligne de compte pour une mise en dépôt géologique ;
- s'engager dans la voie du développement conjoint, avec d'autres pays, d'un dépôt géologique partagé.

Comme développé ci-dessous, aucune de ces raisons ne justifie de postposer une décision de principe en faveur du dépôt géologique. Prendre maintenant une telle décision n'exclut cependant pas de poursuivre la RD&D afin de développer la solution de dépôt géologique et de préparer sa réalisation. Au contraire, ceci est indispensable et prévu (section 8.1.6). Une telle décision permet par ailleurs de suivre les évolutions dans les domaines appropriés (Figure 30), suivi qui s'impose dans le cadre d'un processus décisionnel par étapes et adaptable tel que celui qui accompagnera le développement et la réalisation de cette solution (section 9.1).



Dans son avis relatif au projet de Plan Déchets et au SEA, l’AFCN confirme en outre la position de l’ONDRAF en se déclarant défavorable à toute forme d’entreposage en surface autre que l’entreposage provisoire tel que pratiqué actuellement [109].

« Un entreposage en surface de déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie (déchets de catégorie B&C), que ce soit en attendant la mise au point de nouvelles techniques ou pour une durée de plusieurs siècles, ne peut pas se justifier pour les raisons suivantes :

- *Cela représenterait une charge permanente et de longue durée pour les générations futures ;*
- *Cette solution nécessiterait le maintien des connaissances en la matière et l’organisation continue des formations ;*
- *Le risque potentiel de pratiques malveillantes est plus élevé qu’avec d’autres options (géologiques) puisque les matériaux sont facilement accessibles en surface ;*
- *Le volume de déchets radioactifs ne ferait qu’augmenter en raison du reconditionnement et il nécessiterait donc, au fil du temps, une capacité d’entreposage toujours plus grande ;*
- *Comme, de toute façon, il convient de chercher une solution définitive de stockage des déchets radioactifs ultimes, le fait de ne rien décider aujourd’hui pour ce type de déchets reviendrait à reporter la responsabilité sur les générations futures.*

En outre, l’entreposage de longue durée (plusieurs siècles) n’est pas considéré au niveau international comme une solution de référence pour la gestion à long terme de ce type de déchets. »

Faire davantage de RD&D en matière de dépôt géologique

La solution du dépôt géologique étudiée en Belgique depuis plus de 30 ans a, selon l'ONDRAF, atteint un degré de maturité technique suffisant pour faire l'objet d'une décision de principe, comme développé au chapitre 8. Le bien-fondé de ce type de solution fait du reste l'objet d'un large consensus au niveau international (Cadre 12 à la section 7.2.2).

Postposer la prise d'une décision de principe en faveur du dépôt géologique pour effectuer au préalable davantage de RD&D ne présenterait aucun avantage décisif en termes de gestion. En effet, les activités de RD&D se poursuivront de toute façon au-delà de la décision de principe et porteront notamment sur la réduction des incertitudes scientifiques et techniques résiduelles et sur la confirmation et l'affinement des acquis.

L'ONDRAF est donc d'avis qu'il n'y a pas lieu d'effectuer davantage de RD&D en matière de dépôt géologique pour permettre au gouvernement de prendre une décision de principe en faveur de cette solution ; la RD&D sera bien entendu poursuivie au-delà de la décision de principe.

Attendre la mise en œuvre de technologies nucléaires avancées

Les technologies nucléaires avancées ne constituent pas, en tant que telles, une solution à la problématique de la gestion à long terme des déchets B&C, ni aujourd'hui, ni demain (voir SEA, section 7.2.2, et par exemple [79, 82, 102, 105, 106, 110, 111, 112]). En effet,

- les technologies nucléaires avancées n'apporteront aucune contribution à la gestion à long terme des déchets de catégorie B et des déchets de retraitement de catégorie C existants et dont la production est prévue, car ces déchets contiennent trop peu de matières valorisables pour qu'il soit justifié, en termes économiques, techniques et de sûreté, de les en extraire ;
- les technologies nucléaires avancées ainsi que la recherche dans ce domaine seront elles-mêmes à l'origine de la production de déchets ultimes de haute activité et de longue durée de vie, qui devront être gérés à long terme.

L'ONDRAF est donc d'avis qu'il n'y a pas lieu d'attendre la mise en œuvre industrielle de technologies nucléaires avancées pour décider d'une solution de gestion à long terme pour les déchets B&C existants et dont la production est prévue, principalement dans le cadre du programme électronucléaire actuel.

Ceci dit, les technologies nucléaires avancées visent, dans un contexte de production d'électricité, avant tout une utilisation plus efficiente des matières fissiles, notamment en recyclant au maximum les actinides (U, Pu, Am, Cm et Np). Ces techniques permettent donc d'éviter que ces actinides aboutissent dans les déchets radioactifs produits dans le cadre de ces cycles avancés, et donc de réduire la dangerosité de ces déchets futurs. L'apport des technologies nucléaires avancées en matière de gestion à long terme des déchets radioactifs, actuellement impossible à anticiper, devra être envisagé le cas échéant dans ce contexte.

Il est à noter que,

- la possibilité de mettre les technologies nucléaires avancées en œuvre à l'échelle industrielle avec recyclage poussé de tous les actinides n'est pas acquise ;
- la mise en œuvre industrielle de ces technologies requerrait un ensemble d'installations qui, pour un pays comme la Belgique, ne peut être envisagé qu'au niveau international (principalement de nouveaux réacteurs électronucléaires, des installations de fabrication de combustibles pour ces nouveaux réacteurs et des installations de retraitement poussé) ;
- la mise en œuvre industrielle de ces technologies implique le développement et le maintien de cycles nucléaires avancés (incluant un retraitement poussé) sur de longues périodes (de l'ordre du siècle) avant de conduire à une réduction significative de la dangerosité des déchets radioactifs produits ;
- il n'existe actuellement aucune estimation précise des types et volumes de déchets secondaires générés par ces technologies (déchets d'exploitation, déchets de démantèlement, ...), et il n'est pas impossible que la production de ces nouveaux déchets réduise l'intérêt de ces technologies ;
- l'application de ces technologies aux combustibles commerciaux irradiés du parc nucléaire actuel, dont la politique de gestion n'est pas connue, est a priori envisageable.

L'ONDRAF est donc d'avis que bien que les technologies nucléaires avancées n'apporteront aucune contribution à la gestion à long terme des déchets conditionnés existants et prévus, il lui faut suivre les développements nationaux et internationaux relatifs à ces technologies car, d'une part, la politique de gestion des combustibles commerciaux irradiés du parc nucléaire actuel n'est pas encore connue et, d'autre part, les installations de recherche dédiées à ces technologies produiront elles-mêmes des déchets qui devront être gérés à long terme.

S'engager dans la voie d'un dépôt multinational partagé

D'après la Convention commune, que la Belgique a ratifiée, chaque Etat a la responsabilité de gérer ses déchets radioactifs. Comme l'ONDRAF est en mesure de proposer une solution — le dépôt géologique — qu'il estime sûre et faisable pour la gestion à long terme des déchets B&C (chapitre 8), il est d'avis que ces déchets peuvent et doivent être gérés à long terme sur le territoire belge (voir aussi section 8.3). L'ONDRAF est en effet convaincu que

- la RD&D future confirmera et affinera les acquis actuels (section 8.1.6),
- il sera possible de trouver en Belgique un site adéquat pour la réalisation d'un dépôt géologique (section 9.2),
- les autorisations (nucléaires et non nucléaires) nécessaires à la réalisation d'un dépôt géologique sur le territoire belge pourront être obtenues (section 9.2).

Une éventuelle solution de gestion partagée par plusieurs pays serait, d'après la tendance qui se dégage au niveau international, une solution de dépôt géologique (voir SEA, annexe D). Bien qu'un dépôt partagé puisse être économiquement avantageux

pour les pays concernés, en particulier les pays qui n'ont que très peu de déchets radioactifs à gérer, tout laisse toutefois penser que la durée nécessaire au développement d'un dépôt partagé jusqu'au stade de sa réalisation dépasserait de beaucoup la durée encore nécessaire pour aboutir au stade de la réalisation d'un dépôt géologique en Belgique, notamment en raison de la nécessité de développer un cadre de travail adéquat — en particulier dans sa dimension juridique — au niveau international et de conclure les accords nécessaires, mais aussi en raison de la complexité probable du processus de choix d'un site. Un point particulièrement délicat serait celui du partage des responsabilités : qui serait responsable des déchets existants mis en dépôt ? qui serait responsable de la gestion et de la sûreté de l'installation de dépôt ? qui serait responsable s'il fallait récupérer les déchets du dépôt ? ...

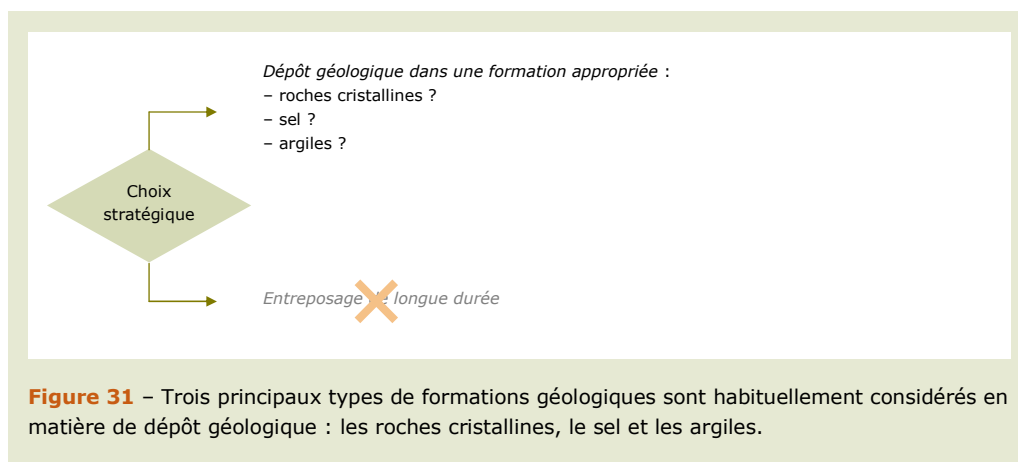
Enfin, la participation de la Belgique au développement d'un dépôt multinational partagé devrait satisfaire au principe de réciprocité. En d'autres termes, si la Belgique s'inscrit dans une logique de dépôt partagé, ses déchets seraient susceptibles d'être mis en dépôt à l'étranger tout comme il se pourrait que le dépôt partagé soit construit sur le sol belge et que la Belgique accueille donc les déchets des autres pays parties à l'accord multinational.

L'ONDRAF est donc d'avis que les déchets radioactifs belges doivent être gérés en Belgique et que puisqu'il est en mesure de proposer une solution de gestion à long terme qu'il estime à la fois sûre et faisable, il n'y a pas lieu de mettre les déchets en entreposage dans la perspective d'inscrire la Belgique dans une démarche de dépôt multinational partagé. Un suivi, via les instances internationales, des développements en matière de dépôts multinationaux partagés est toutefois souhaitable afin d'appréhender les politiques en la matière et leurs impacts éventuels sur le programme belge.

7.2.2.2 Parmi les formations géologiques présentes en Belgique, les argiles peu indurées (Argile de Boom et Argiles Yprésiennes) offrent les meilleures perspectives pour la mise en dépôt

Pour accueillir un dépôt de déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie, une formation géologique doit posséder plusieurs des caractéristiques suivantes [113] : présenter une stabilité importante, être suffisamment homogène pour pouvoir être caractérisée avec confiance, posséder une géochimie qui préserve les barrières ouvragées et les déchets d'une dégradation rapide, avoir la capacité de s'opposer au transport des radionucléides et des contaminants chimiques qui seront *in fine* libérés des déchets et des barrières ouvragées, être suffisamment épaisse et profonde pour pouvoir assurer une isolation adéquate des déchets, permettre la construction d'installations souterraines et être dépourvue de ressources naturelles dont l'exploitation serait économiquement attrayante. Toutefois, le non-respect d'une de ces caractéristiques ne conduit pas nécessairement à exclure une formation hôte potentielle. Il faut en effet considérer la protection offerte pour l'homme et l'environnement, maintenant et dans le futur, par le système de dépôt dans son ensemble, c'est-à-dire par la combinaison des déchets, des barrières ouvragées et de la formation géologique hôte. C'est la raison pour laquelle on accorde actuellement une importance grandissante aux analyses de sûreté du système de dépôt dans son ensemble par rapport au strict respect de toutes les caractéristiques géologiques favorables. Un système de dépôt peut donc être développé en fonction de son contexte (géologique, réglementaire, demandes sociétales locales, ...).

Trois principaux types de formations géologiques sont habituellement considérés en matière de dépôt géologique : les roches cristallines, le sel et les argiles (Figure 31) [89, 114, 115]. Chaque type regroupe en pratique un spectre plus ou moins large de formations géologiques. En particulier, on trouve sous le vocable « argiles » un continuum entre les argiles peu indurées comme l'Argile de Boom ou les Argiles Yprésiennes et les argiles indurées comme les Argilites du Callovo-Oxfordien choisies en France comme formation hôte ou les Argiles à Opalinus retenues en Suisse pour accueillir une installation de dépôt. Les schistes couvrent une très grande variété de roches sédimentaires ayant subi des transformations minéralogiques et structurales plus ou moins conséquentes. Selon l'importance de ces transformations, ils se rapprochent soit des argiles indurées (tout en présentant une schistosité marquée), soit des roches cristallines. Les profondeurs envisagées sont de l'ordre de quelques centaines de mètres.



Entre 1976 et 1979, une étude menée sous l'égide de la Commission européenne a permis de dresser, sur la base des informations bibliographiques existantes, un catalogue européen des formations favorables à la mise en dépôt géologique [115]. L'établissement de ce catalogue reposait sur l'application de critères géologiques dérivés des recommandations internationales de l'époque, notamment de l'AIEA [114]. L'application à la Belgique de la méthodologie suivie pour l'établissement du catalogue européen conduisit à ne retenir que les formations argileuses : celles composées de schistes et celles composées de roches peu indurées, plastiques, à savoir l'Argile de Boom et les Argiles Yprésiennes [116]. Ceci confirmait la préférence que le SCK•CEN avait donnée quelques années auparavant à l'étude des argiles peu indurées, et en particulier à l'étude de l'Argile de Boom (section 8.1.1). On ne trouve pas, en Belgique, d'équivalent des Argilites du Callovo-Oxfordien ou à Opalinus retenues respectivement en France et en Suisse comme formations hôtes.

L'ONDRAF a régulièrement réévalué, en particulier pour la préparation du SEA, la pertinence des conclusions posées en 1979 lors de l'établissement du catalogue belge des formations géologiques présentant des caractéristiques favorables à la mise en dépôt en considérant tant les données disponibles que les guidances actuellement disponibles en la matière (par exemple [113]). Les principaux enseignements de cette réévaluation sont les suivants.

Formations cristallines et salines

Les formations cristallines et salines n'avaient pas été retenues dans le catalogue belge de 1979. Cette position reste d'actualité.

- De récentes investigations ont permis de présumer la présence d'une *masse de roches cristallines* importante dans le cœur profond du Massif du Brabant. Ses caractéristiques restent largement inconnues car elle n'a jamais été pénétrée par un forage. Comme elle est située à plus de deux kilomètres de profondeur, au sein d'une structure géologique complexe et très ancienne, sa caractérisation détaillée serait difficile et la faisabilité minière en son sein incertaine [117].
- Des *formations salines* sont présentes à grandes profondeurs (600 m à 3 km) en Belgique (Bassin de la Campine et sud du Massif du Brabant). Il s'agit principalement d'intercalations discontinues au sein d'autres formations, certaines de ces intercalations étant sujettes à des phénomènes de dissolution. Ces deux caractéristiques constituent des vices rédhibitoires pour une formation hôte potentielle [118].

Formations schisteuses

Retenus dans le catalogue belge réalisé sous les auspices de la Commission européenne en 1979, les schistes (Figure 32), bien que potentiellement favorables comme formations hôtes, avaient été écartés à l'époque par le SCK•CEN au profit des argiles peu indurées, et en particulier de l'Argile de Boom, notamment parce qu'ils présentaient sur le territoire belge des caractéristiques très hétérogènes et étaient très peu connus en profondeur. Trois décennies après cette première étude, la réévaluation effectuée par l'ONDRAF avec l'aide d'un panel d'experts montre que ces conclusions restent d'actualité. Elles ne permettent cependant pas d'exclure a priori les schistes en tant que formations hôtes potentielles [119].

Les schistes issus de la transformation de roches sédimentaires argileuses présentent en effet une série de propriétés présumées favorables pour accueillir un dépôt géologique mais aussi des propriétés potentiellement défavorables et/ou qui rendent leur caractérisation difficile.

Principales propriétés favorables *présumées* des schistes :

- Les schistes sont susceptibles de se présenter localement à grandes profondeurs et sur des épaisseurs importantes tout en étant mécaniquement robustes, ce qui devrait assurer une bonne isolation d'un dépôt géologique.
- La très large distribution spatiale des schistes en Belgique permettrait d'envisager de nombreux sites de dépôt potentiels.
- Malgré les transformations des minéraux argileux résultant de l'histoire géologique régionale, certains schistes pourraient avoir conservé un potentiel de rétention (c'est-à-dire de piégeage) des radionucléides.
- La barrière géologique schisteuse ne serait que faiblement perturbée (par exemple mécaniquement) par la présence d'un dépôt.

Principales propriétés défavorables des schistes :

- Les schistes couvrent une très grande variété de roches sédimentaires argileuses ayant subi une transformation minéralogique plus ou moins avancée lors de l'histoire géologique régionale, ce qui résulte en une hétérogénéité et une variabilité importante de ces roches.
- Les schistes se présentent généralement au sein d'environnements géologiques complexes.
- Les schistes présentent de nombreuses structures (sédimentaires et/ou métamorphiques) qui pourraient s'avérer être conductrices d'eau. La présence de telles structures (schistosité, fractures, ...) pourrait accélérer les phénomènes de transport à travers la formation et compliquerait fortement leur modélisation.
- L'hétérogénéité et la variabilité des schistes, la présence de structures sédimentaires et/ou métamorphiques ainsi que leurs environnements géologiques complexes rendraient difficile leur caractérisation à partir de la surface et entacheraient de nombreuses incertitudes la possibilité de transférer les données acquises en un endroit vers un autre endroit. Une caractérisation détaillée imposerait donc la réalisation de nombreux forages pour chaque localisation envisagée. Ceci pourrait en outre, dans une certaine mesure, affecter les propriétés favorables des schistes (capacité d'isolation et de confinement en particulier).
- Même si les schistes n'ayant subi qu'un métamorphisme léger ont vraisemblablement conservé une certaine capacité d'auto-scellement, celle-ci est probablement faible ou très faible.
- De nombreuses formations schisteuses présentes en Belgique sont riches en houille.

Compte tenu de ce qui précède, la confirmation des propriétés favorables des schistes comme formation hôte nécessiterait de démarrer de nombreuses campagnes de reconnaissance et de caractérisation dédiées, campagnes qui seraient fortement entachées d'incertitudes si elles étaient conduites à partir de la surface vu les particularités de ces roches et de leur environnement. Il apparaît aussi que vu les variabilités importantes et les difficultés à transférer les connaissances d'un endroit vers un autre, la manière la plus adaptée de considérer les schistes en vue d'un dépôt géologique serait de se focaliser sur un ou plusieurs sites plutôt que de viser une caractérisation à grande échelle. Il est par ailleurs à noter que de nombreuses formations schisteuses sont aquifères dans leur partie proche de la surface.

En outre, aucun pays ne considère actuellement des formations analogues aux schistes présents en Belgique, avec leurs environnements géologiques complexes, comme formation hôte potentielle pour un dépôt géologique. Dès lors, les acquis du programme belge en matière de dépôt géologique et ceux des programmes étrangers ne pourraient être utilisés que dans une mesure très limitée si l'ONDRAF était amené à devoir étudier les schistes en tant que formation hôte potentielle. Ceci conduirait inévitablement à développer un nouveau concept de dépôt géologique, adapté aux particularités géologiques des schistes (notamment la présence de structures potentiellement conductrices d'eau). Ceci aurait des conséquences significatives tant sur le calendrier de développement d'une solution de dépôt géologique que sur son coût, et se ferait aux

dépens des études sur l'argile, ce qui engendrerait notamment une perte de connaissances et une perte de continuité.

L'ONDRAF est donc d'avis que bien que les schistes soient susceptibles de constituer une alternative aux argiles peu indurées en tant que formation hôte pour un dépôt géologique, les perspectives et les difficultés potentielles sont telles qu'un investissement en matière de RD&D n'est actuellement pas justifié. L'ONDRAF poursuivra l'évaluation des schistes en tant que formation hôte sur la base des connaissances existantes et des exigences (préliminaires) que l'AFCN développe actuellement. Il semble également indiqué de suivre l'évolution des connaissances relatives aux formations schisteuses en tant que telles et en tant que formations hôtes potentielles, de manière à disposer d'une solution de repli sur le territoire belge si les argiles peu indurées devaient finalement être rejetées.

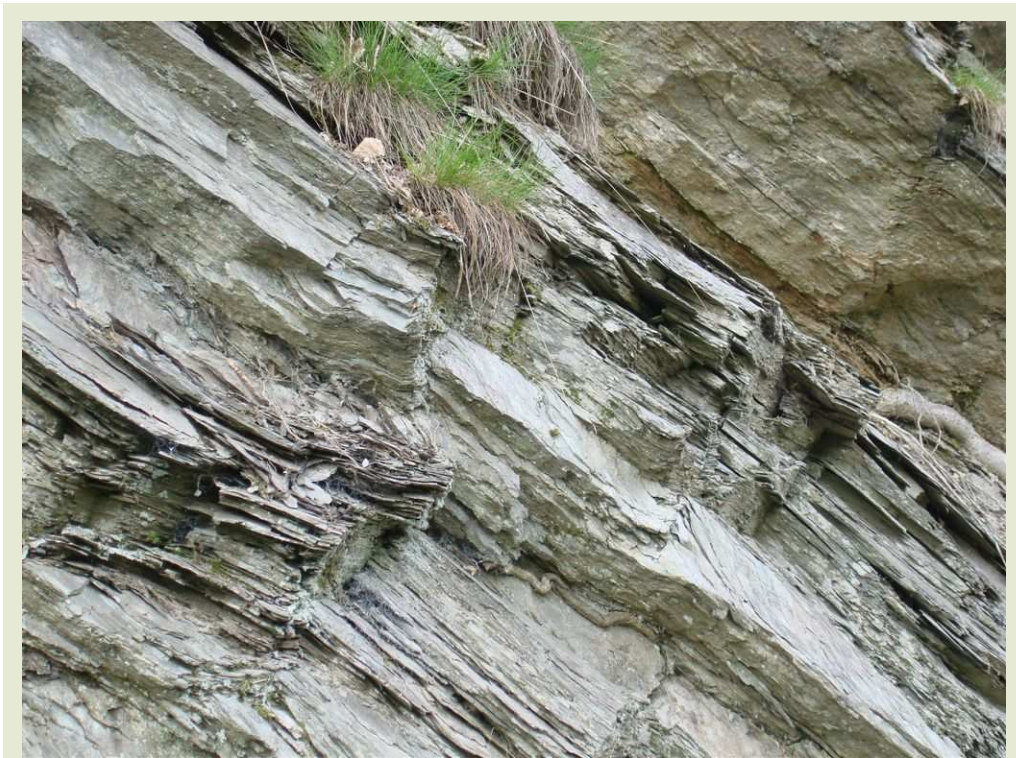


Figure 32 – Affleurement de schistes en Ardenne montrant le développement typique d'une schistosité (feuilletage) (source : Prof. M. Sintubin, KUL).

Formations argileuses peu indurées (Argile de Boom et Argiles Yprésiennes)

D'après la réévaluation effectuée, les argiles peu indurées (Argile de Boom et Argiles Yprésiennes) présentent des propriétés très favorables au confinement des déchets et au piégeage des radionucléides et des contaminants chimiques et elles sont plus aisées à caractériser que les schistes. Les argiles peu indurées ne présentent jusqu'à présent pas de vices rédhibitoires en tant que formations hôtes potentielles et offrent beaucoup de latitude en matière de choix d'un site de dépôt (voir aussi chapitre 8).

- L'Argile de Boom est une argile déposée il y a 35 millions d'années et que l'on retrouve dans le sous-sol du nord-est de la Belgique (Bassin de la Campine). Son épaisseur et sa profondeur augmentent vers le nord-est. Cette argile est marquée par une géométrie simple et une très importante continuité latérale, ce qui facilite sa caractérisation (Figure 33) [120]. Elle montre une capacité élevée d'auto-scellement et de piégeage des radionucléides et des contaminants chimiques (section 8.1.4). Sa plasticité impose néanmoins de prendre un certain nombre de précautions durant la réalisation d'excavations souterraines (section 8.1.1).
- Les Argiles Yprésiennes ont été déposées il y a 55 à 49 millions d'années ; on les retrouve dans le sous-sol de tout le nord de la Belgique (section 8.1.5). Comme l'Argile de Boom, les Argiles Yprésiennes présentent une géométrie simple. Elles sont toutefois caractérisées par une hétérogénéité tant latérale que verticale plus importante (Figure 33). Ainsi, alors que dans l'ouest du pays, les Argiles Yprésiennes sont très argileuses, en Campine, elles sont essentiellement sableuses [121]. Les Argiles Yprésiennes présentant une lithologie, une épaisseur et une profondeur adéquates pour la mise en dépôt ne se situent que dans la partie extrême nord de l'ouest du pays.

Un point d'attention relatif aux argiles peu indurées en Belgique est la présence d'aquifères dans leur environnement géologique immédiat.

L'ONDRAF est donc d'avis que, d'une part, les argiles peu indurées sont plus à même de rencontrer les exigences généralement imposées au niveau international pour les formations hôtes [114] et les exigences (préliminaires) que l'AFCN est en train de développer et, d'autre part, que la poursuite de la RD&D sur l'Argile de Boom et les Argiles Yprésiennes en tant que formations hôtes potentielles constitue la voie la plus indiquée pour exploiter au mieux les acquis encourageants du programme belge.



Figure 33 – A gauche, vue générale d'une argillère (Kruibeke) montrant la structure en bandes caractéristique de l'Argile de Boom ; à droite, vue générale d'une argillère (Marke) montrant le même type de structure en bandes dans les Argiles Yprésiennes, mais avec des discontinuités structurales (failles).



8 La mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) comme solution technique de gestion à long terme préconisée par l'ONDRAF

La solution technique préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C existants et dont la production est prévue, principalement dans le cadre du programme électronucléaire actuel, est la *mise en dépôt géologique au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes)* (section 8.1) *dans une installation unique* (section 8.2) *sur le territoire belge* (section 8.3) *dans les meilleurs délais*, le rythme de développement et de réalisation de la solution devant être proportionné à sa maturité scientifique et technique ainsi qu'à son assise sociétale (section 8.4). Cette solution a atteint un degré de maturité avancé, suffisant pour qu'elle puisse faire l'objet d'une décision de principe. Elle doit ceci dit faire l'objet d'activités de RD&D complémentaires, qui changeront progressivement de nature, évoluant vers la confirmation et l'affinement des acquis, la préparation de la phase industrielle de réalisation et la préparation des dossiers de demandes d'autorisations.

Cette solution technique s'inscrit dans un processus décisionnel intégrant les aspects techniques et sociétaux (chapitre 9). Son développement et sa réalisation sont assortis de conditions issues de la consultation sociétale organisée sur l'initiative de l'ONDRAF et de la consultation légale (section 8.1.3).

8.1 Mise en dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes)

Actuellement au stade de la RD&D méthodologique, le programme de l'ONDRAF en matière de dépôt géologique se focalise sur l'Argile de Boom à Mol-Dessel, sans pour autant préjuger du site sur lequel un dépôt sera éventuellement réalisé ; les Argiles Yprésiennes sont étudiées en tant que formation hôte alternative. Le programme de RD&D est indispensable du fait que le système de dépôt à concevoir a un caractère unique, notamment parce qu'il doit assurer une adéquation maximale entre déchets à mettre en dépôt, barrières ouvragées et formation hôte. Pour ce faire, l'ONDRAF a adopté une approche prudente, systématique et par étapes, visant à s'assurer de

l'absence d'obstacles incontournables, que ce soit en matière de sûreté (opérationnelle et à long terme, classique et radiologique) ou de faisabilité.

Le caractère prometteur des résultats scientifiques et techniques obtenus dès les années septante par la Belgique en matière de dépôt géologique dans une argile peu indurée, en particulier dans l'Argile de Boom, n'ayant jamais été remis en cause depuis lors, tant en termes de sûreté que de faisabilité, et ayant été confirmé progressivement à différentes occasions, notamment lors de revues par des pairs, l'ONDRAF est aujourd'hui en mesure de proposer un type de solution pour la gestion à long terme des déchets B&C.

Le programme de RD&D actuel vise à conforter et affiner les fondements scientifiques et techniques de la solution proposée. Les revues par les pairs et la reconnaissance des acquis par les mondes académique et industriel jouent un rôle essentiel dans ce cadre. Ceci est aussi nécessaire (mais pas suffisant) pour que la qualité des travaux de l'ONDRAF soit reconnue par le public.

8.1.1 Un programme en développement par étapes progressives depuis 1974 : repères chronologiques scientifiques et institutionnels

L'évolution du programme belge en matière de dépôt géologique se caractérise par une succession de décisions, du SCK•CEN d'abord, et de l'ONDRAF ensuite, qui ont eu pour effet de focaliser les études sur l'Argile de Boom à Mol-Dessel, les Argiles Yprésiennes étant étudiées de façon exploratoire en tant que formation hôte alternative. Ces décisions successives étaient conformes tant aux recommandations internationales en matière de sélection de formations géologiques favorables à la mise en dépôt en profondeur qu'aux avis favorables émis par les différents comités d'audit qui ont eu à se prononcer, notamment à la demande du gouvernement, sur la qualité des études en cours. Le bien-fondé des études a également été confirmé à de nombreuses reprises à partir de 1976, notamment par différentes commissions et groupes de travail chargés par des instances institutionnelles de se prononcer sur des problématiques incluant, à des degrés divers, la question des déchets radioactifs (Cadre 13 juste avant la section 8.1.2). Cependant, les conclusions positives de ces comités d'audit, groupes de travail et commissions n'ont jamais débouché sur une confirmation *formelle*, au niveau institutionnel, de l'orientation suivie par l'ONDRAF.

Le programme de RD&D en matière de dépôt géologique des déchets B&C peut être découpé en trois grandes phases qui illustrent sa progressivité et le passage graduel d'une RD&D fondamentale à des activités de démonstration (semi-)industrielle et des activités de confirmation des acquis : la phase 1974-1989, la phase 1990-2003 et la phase en cours, entamée en 2003. Le programme de RD&D a toujours été et reste réalisé et audité dans le cadre de collaborations internationales multilatérales ou bilatérales (Figure 34).



Figure 34 – Contacts internationaux dans le cadre des programmes de mise en dépôt géologique. A gauche : un groupe de visiteurs à l'entrée du tunnel d'Äspo, en Suède (source : SKB ; photographe : Curt-Robert Lindqvist) ; à droite : Nagra (Suisse) et NUMO (Japon) visitent le laboratoire souterrain belge HADES (source : EURIDICE).

8.1.1.1 Phase 1974–1989 (documentée dans le rapport SAFIR)

En 1974, le SCK•CEN lance un programme de RD&D en matière de dépôt géologique des déchets B&C. Compte tenu du choix de la Belgique, dans les années soixante, de recourir à l'énergie d'origine nucléaire pour assurer une partie de ses besoins en électricité (actuellement, 54 % [122]) et conscient de la nécessité de trouver une solution pour la gestion à long terme des déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie issus du retraitement des combustibles nucléaires irradiés, le SCK•CEN, implanté à Mol, entreprit un programme d'études sur la mise en dépôt de ces déchets dans une formation géologique stable. Cette solution s'inscrivait dans la ligne des recommandations internationales en la matière (par exemple, [89, 114, 115]) et des travaux menés à l'étranger sur le même sujet.

Se fondant notamment sur le catalogue des formations favorables à la mise en dépôt géologique en Belgique établi sous l'égide de la Commission européenne (section 7.2.2.2 et [116]), le SCK•CEN, aidé du Service Géologique de Belgique, focalisa très rapidement ses travaux sur les couches d'argiles peu indurées situées à moyenne profondeur dans le sous-sol de la Campine, et en particulier sur l'Argile de Boom.

Les premiers résultats de caractérisation de l'Argile de Boom obtenus par le SCK•CEN, positifs quant à la lithologie et à la capacité de confinement des radionucléides et des contaminants chimiques de cette formation, le menèrent à amplifier ses efforts de recherche et à les focaliser sur Mol-Dessel. D'autres facteurs jouèrent dans le même sens :

- la présence sur place d'une infrastructure scientifique bien développée et de chercheurs spécialisés dans des disciplines variées, ce qui rendait d'emblée possible la constitution d'une équipe de recherche multidisciplinaire ;
- le statut de « zone nucléaire » de Mol-Dessel au plan de secteur, qui permettait a priori la création des infrastructures nécessaires à un laboratoire souterrain ;
- le souci de limiter les coûts de ce premier programme de recherche en se limitant à une seule formation et à une seule localisation.

*En 1980, le SCK•CEN entame la construction du laboratoire souterrain de recherche HADES (High-Activity Disposal Experimental Site) dans l'Argile de Boom, à Mol. Etant donné l'absence d'expérience, tant au niveau national qu'au niveau international, en matière de creusement et de construction de galeries souterraines de quelques mètres de diamètre dans une argile peu indurée, à environ 200 mètres de profondeur, un des objectifs principaux du programme de RD&D initial fut d'évaluer et de démontrer la faisabilité de telles opérations. La construction d'HADES prouva qu'il était possible de réaliser des constructions dans ce type de formation géologique. L'exploitation de cet outil de recherche, qui était alors unique au monde, débuta en 1985 et une série d'expériences *in situ* y fut rapidement installée. HADES a été agrandi à plusieurs reprises par la suite (Figure 36 à la fin de la section 8.1.1), chacune des phases d'agrandissement permettant de démontrer un élément de faisabilité additionnel (voir la suite de la section 8.1.1) et étant caractérisée par la simplification des conditions de creusement et l'évolution des types de revêtement, grâce à l'amélioration des connaissances relatives au comportement de l'argile pendant et après l'excavation.*

Au début des années quatre-vingt, peu après sa création, l'ONDRAF reprend progressivement certaines des missions confiées initialement au SCK•CEN, notamment l'étude d'une solution pour la gestion à long terme des déchets B&C. Il décide d'approfondir les études entreprises par le SCK•CEN sur l'Argile de Boom à Mol-Dessel, car il héritait d'une somme de connaissances de grande valeur scientifique et de la présence d'un outil de recherche remarquable. En outre, il ne disposait pas de moyens suffisants pour étudier en parallèle et de manière comparable plusieurs formations hôtes potentiellement favorables en Belgique.

En 1984, l'ONDRAF décide de préparer une synthèse des travaux relatifs à la mise en dépôt géologique menés en Belgique : le Safety Assessment and Feasibility Interim Report ou rapport SAFIR. Ce rapport, qui faisait suite à une recommandation émise par la Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire dans son rapport de 1976 [123], et qui fut publié en 1989 [124], devait permettre aux autorités d'émettre un premier avis sur les qualités de la couche d'Argile de Boom, en particulier à Mol-Dessel, en tant que formation hôte et sur la poursuite du programme de RD&D associé. L'ONDRAF souhaitait avant tout établir s'il était possible, à partir des études réalisées dans le laboratoire souterrain, de concevoir une installation de dépôt dans l'Argile de Boom pour les déchets B&C qui soit sûre et faisable, y compris en termes de coûts.

En 1990, la commission d'experts belges et étrangers chargée par la tutelle de l'ONDRAF d'auditer le rapport SAFIR en confirme les conclusions, à savoir que les argiles peu indurées, et en particulier l'Argile de Boom à Mol-Dessel, peuvent être envisagées pour la mise en dépôt des déchets B&C. L'Argile de Boom se révélait en effet être une roche très peu perméable et possédant une forte capacité de fixation des radionucléides, et donc une bonne aptitude à retarder leur migration vers l'environnement. La Commission d'évaluation SAFIR recommanda de poursuivre les efforts de RD&D ainsi que d'inclure dans le programme de recherche l'étude d'autres localisations dans l'argile, et notamment d'étudier les Argiles Yprésiennes à l'aplomb de la zone de Doel [125].

« Le rapport SAFIR ne traite en fait que d'une option d'enfouissement des déchets des catégories (B) et (C), celle qui concerne la couche d'argile de Boom sous le site nucléaire de Mol-Dessel ; – la Commission estime que les autorités compétentes devraient explicitement donner l'autorisation de poursuivre les recherches de faisabilité sur ce site ; – bien qu'elle soit d'avis que cette option est acceptable, la Commission considère qu'il pourrait

s'avérer utile d'examiner d'autres localisations pour l'enfouissement dans l'argile, telle celle du site nucléaire de Doel. Ce dernier site devrait dès lors faire l'objet d'un début d'étude de caractérisation avec des sondages de reconnaissance. »

8.1.1.2 Phase 1990–2003 (documentée dans le rapport SAFIR 2)

En 1990, l'ONDRAF réévalue son programme de RD&D méthodologique afin de l'aligner sur les recommandations de la Commission d'évaluation SAFIR. Il y incorpore notamment une caractérisation préliminaire des Argiles Yprésiennes, avec un intérêt particulier pour la zone de Doel.

A partir de 1994, l'ONDRAF place sur pied d'égalité l'étude de la mise en dépôt géologique des déchets de retraitement et celle des combustibles irradiés non retraités, conformément aux dispositions de la résolution adoptée le 22 décembre 1993 par la Chambre [40], qui impose une suspension du retraitement des combustibles commerciaux (voir aussi Cadre 13).

La construction avec des techniques semi-industrielles, durant la période 1997–1999, d'un deuxième puits d'accès au laboratoire souterrain HADES, en préparation à l'extension de ce dernier, constitue une nouvelle démonstration de la faisabilité de ce type d'ouvrage (Figure 36 à la fin de la section 8.1.1). Cette extension devait permettre de nouvelles expériences, et notamment l'expérience de chauffe PRACLAY (section 8.1.1.3).

En 2001, l'ONDRAF publie le rapport SAFIR 2, qui synthétise les avancées en matière de dépôt dans l'Argile de Boom depuis 1990 [16, 17], selon lequel la solution étudiée est prometteuse. L'Argile de Boom apparaît exempte de vices rédhibitoires en termes de sûreté et de faisabilité pour les déchets sur lesquels les études se sont focalisées jusque-là, à savoir les déchets vitrifiés de catégorie C issus du retraitement des combustibles irradiés et, dans une moindre mesure, les combustibles irradiés. Le rapport SAFIR 2 présente également les premiers résultats des études relatives aux Argiles Yprésiennes.

Le rapport SAFIR 2 a fait l'objet d'un audit par un comité d'experts académiques belges créé à l'initiative du conseil d'administration de l'ONDRAF, puis d'un audit international demandé par le gouvernement et réalisé sous l'égide de l'AEN, qui en ont confirmé les conclusions (Figure 35).

- En 2001, les conclusions du comité d'audit belge [126] soulignent, d'une part, le fait que les acquis de la recherche ne mettent en évidence aucun problème à caractère rédhibitoire concernant la faisabilité d'un système de dépôt final au sein de l'Argile de Boom et, d'autre part, la nécessité de poursuivre la RD&D pour réduire les incertitudes importantes qui subsistent. Le comité d'audit mentionne encore que ses recommandations en matière de RD&D correspondent aux priorités indiquées par l'ONDRAF dans le rapport SAFIR 2. Il estime en particulier qu'un effort important est nécessaire en matière de mise en dépôt des déchets autres que les déchets vitrifiés de catégorie C. Il souhaite aussi, en vue de préparer le processus décisionnel, l'élargissement du programme aux aspects sociétaux et un examen de toutes les options de gestion à long terme (via un SEA) sans pour autant mettre en péril la recherche sur la mise en dépôt au sein de l'Argile de Boom.

- En 2003, les conclusions de l'audit de l'AEN [10] indiquent en particulier que le niveau de connaissances et l'expérience accumulée autorisent le passage au processus de choix d'un site de réalisation de la solution de dépôt tout en poursuivant la RD&D afin de réduire les incertitudes restantes. Elles précisent toutefois, tout comme le fait l'ONDRAF dans le document contextuel [18] qui accompagne le rapport SAFIR 2, que les conditions de réalisation d'une telle solution ne sont pas réunies : d'une part, la solution devrait bénéficier d'une assise sociétale et son développement devrait s'inscrire dans un processus décisionnel partagé par les parties prenantes, d'autre part, le cadre légal et réglementaire applicable à la mise en dépôt devrait être précisé et complété. Cet audit met aussi en évidence les difficultés potentielles liées à la réalisation à échelle industrielle des barrières ouvragées telles que conceptualisées.

En 2001–2002, la construction par des techniques industrielles d'une extension du laboratoire souterrain HADES, longue de 80 mètres, constitue une démonstration de la faisabilité industrielle de la construction de galeries dans l'Argile de Boom (Figure 36 à la fin de la section 8.1.1). Cette galerie, dite « galerie de liaison », a été réalisée entre la base du second puits et l'installation existante, par la technique du tunnelier combinée à l'utilisation d'un revêtement segmentaire expansé en béton (wedge block).



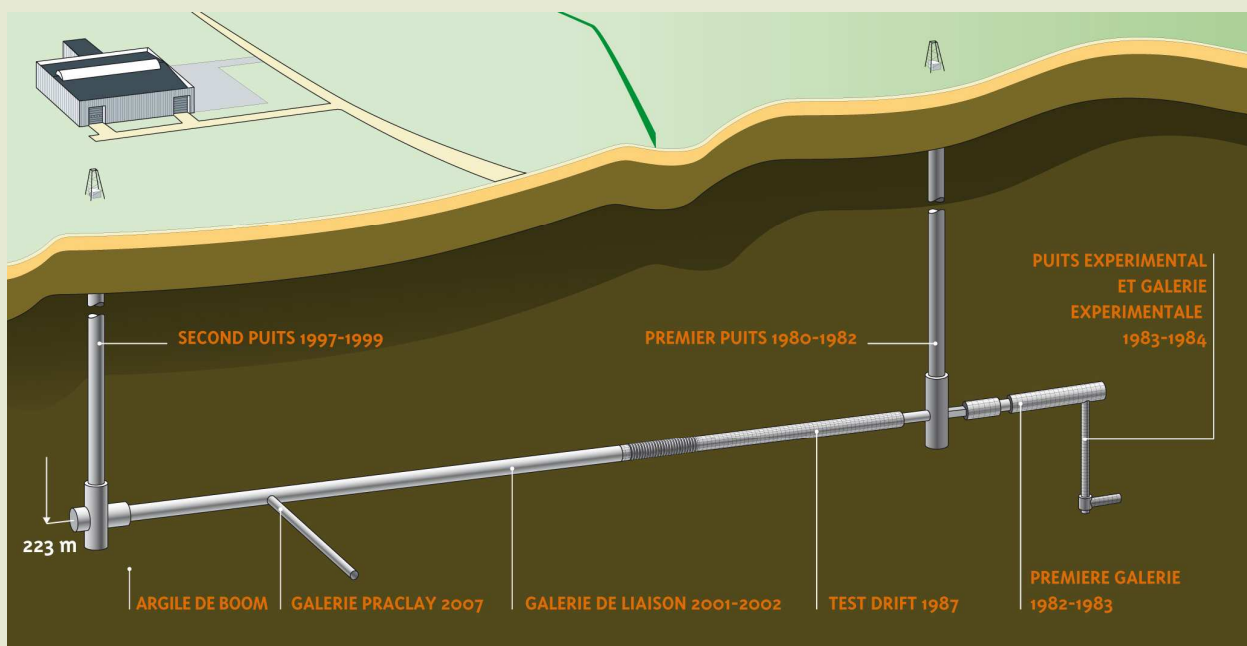
Figure 35 – Le rapport SAFIR 2, son aperçu technique, le document contextuel qui l'accompagne et le rapport de l'audit international réalisé sous l'égide de l'AEN.

8.1.1.3 Phase entamée en 2003

Depuis 2003, l'ONDRAF a réévalué son programme de RD&D en matière de dépôt géologique des déchets B&C afin de l'aligner sur les recommandations des audits du rapport SAFIR 2. En particulier, il a affiné et formalisé la stratégie de sûreté [127] et la méthodologie des évaluations de sûreté [128] et, de là, a remanié le design de l'installation de dépôt, y compris la conception et la nature des barrières ouvragées (section 8.1.2). Il accorde par ailleurs depuis lors une attention soutenue à la compatibilité des déchets bitumés, qui représentent une fraction significative des déchets de catégorie B (ligne c3-6 à l'annexe A1), avec l'environnement de dépôt.

En 2004, la tutelle de l'ONDRAF lui demande d'évaluer toutes les stratégies possibles de gestion à long terme pour les déchets B&C en vue de permettre de décider de la solution à réaliser et des éventuelles conditions associées, tout en poursuivant le programme de RD&D, et de préparer et d'engager un dialogue sociétal (section 5.2.2) [11]. C'est notamment sur cette base que le projet « Plan Déchets et SEA », avec la consultation sociétale y associée, a été lancé.

En 2007, le creusement (par la technique du tunnelier combinée à l'utilisation d'un revêtement segmentaire expansé en béton) de la galerie dite PRACLAY, perpendiculairement à la galerie de liaison, constitue une avancée importante en matière de faisabilité, car il démontre la possibilité de réaliser des croisements entre galeries. La galerie PRACLAY est destinée à l'installation d'un test de chauffe *in situ* à grande échelle (40 mètres), prévu pour une durée de 10 ans au moins, et qui vise à confirmer la tenue de l'argile et du revêtement des galeries sous l'influence d'une charge thermique. La phase de chauffe de ce test, qui fait suite à une série de tests encourageants *in situ* à l'échelle du mètre, devrait commencer fin 2011 – début 2012. Dans la mesure où ce test est un test de *confirmation*, il n'est pas nécessaire d'en attendre les résultats pour prendre une décision de principe.



Congélation du sol en vue de la construction du premier puits



Creusement et pose du revêtement de la première galerie de HADES



Première galerie de HADES



Pose du revêtement de l'extrémité de la deuxième galerie, dite « Test Drift »



Construction du second puits



Construction de la chambre au bas du second puits



Construction de la galerie de liaison au moyen d'un tunnelier



Galerie de liaison



Scellement de l'expérience PRACLAY

Figure 36 – Historique de la construction du laboratoire de recherche souterrain HADES. HADES permet des expériences de recherche fondamentale *in situ*, des expériences de confirmation à long terme et des expériences de démonstration semi-industrielle ou industrielle. HADES est aussi un outil de communication : le laboratoire souterrain est visité chaque année non seulement par des spécialistes belges et étrangers mais aussi par des groupes de personnes issues de tous horizons (sources : SCK•CEN et EURIDICE).

Cadre 13 – Support institutionnel apporté de manière indirecte, voire directe, au programme belge de mise en dépôt géologique

En 1976, la Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire souligne l'intérêt des études relatives au dépôt géologique dans l'argile. Cette commission, dite « Commission des Sages », avait été créée l'année précédente par le Ministre des Affaires économiques afin de fournir aux instances officielles et à l'opinion publique une information objective en vue du débat parlementaire sur la politique énergétique réclamé par l'opinion publique.

« Le volume total en concentrés à haut niveau de radio-activité ou plutonifères se montera en Belgique vers 1990 à environ 1 200 m³ par an. Après refroidissement suffisant, ces déchets devront être stockés en formations géologiques profondes. Ceci détermine la capacité de stockage à créer vers le tournant du siècle. » (Groupe 8, 2e partie) [129]

« Pour la Belgique le stockage (ou rejet) en couches d'argile profondes semble le plus indiqué. Les études entreprises au CEN/SCK à Mol et à l'étranger montrent que cet objectif peut être atteint. La solution de transition, c'est-à-dire, le stockage en casemates des déchets conditionnés, est nécessaire et de plus techniquement acceptable pendant une période assez longue (par exemple 50 ans). De cette façon la mise à l'épreuve de la 'voie géologique' pendant un bon nombre d'années est rendue possible ; » (Groupe 8, 2e partie) [129]

« Une solution doit encore être trouvée pour le stockage définitif des déchets hautement radioactifs et des déchets contaminés par des émetteurs alpha. Pour la Belgique, les couches argileuses profondes semblent être la meilleure solution. Aussi convient-il d'encourager toute recherche dans ce sens. » (Chapitre VIII) [123]

Ce rapport ne fut pas suivi du débat parlementaire sur la politique énergétique qu'il était censé préparer, mais a été distribué à tous les parlementaires et a donc joué un rôle d'information auprès du monde politique.

En 1978, le rapport *Eléments pour une nouvelle politique énergétique*, approuvé au Parlement, rappelle le consensus international parmi les experts considérant la mise en dépôt géologique dans une formation continentale judicieusement choisie comme une solution fiable pour la gestion à long terme de déchets radioactifs conditionnés [130]. Il conclut :

« Les études concernant les possibilités du stockage géologique des déchets conditionnés dans l'argile de Boom progressent d'une façon satisfaisante. Cette approche du problème nécessite la poursuite des recherches et des travaux de démonstration. Toutefois, elle apparaît dès à présent comme une approche réaliste. »

En 1982, la Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire actualise son rapport de 1976 à la demande du Secrétaire d'Etat à l'énergie et, en ce qui concerne le dépôt géologique, le complète essentiellement en recommandant la poursuite des études en cours du SCK•CEN et leur extension au dépôt géologique des combustibles irradiés non retraités [131].

« Les études entreprises par le CEN en étroite collaboration avec les instances nationales et internationales concernées, en vue d'examiner les possibilités de stocker les déchets conditionnés de haute activité, en couches géologiques profondes, dans les argiles, doivent, à ce titre, être poursuivies. » (Chapitre VI)

« Des mesures doivent être prises pour que le combustible irradié puisse être retraité dans des délais raisonnables, et ce pour les raisons suivantes [...] à défaut de retraitement, il faut envisager le conditionnement des éléments combustibles épuisés dans leur intégralité en vue de leur évacuation en formation géologique. » (Chapitre VIII)

« Une solution pour l'évacuation définitive des déchets hautement radioactifs et des déchets contaminés par des émetteurs alpha est en voie d'élaboration. Pour la Belgique, les couches argileuses profondes semblent être la meilleure solution. Aussi convient-il de mener un effort intense et soutenu et de poursuivre activement les recherches en cours dans ce domaine. » (Conclusions)

En 1990, la Commission d'information et d'enquête en matière de sécurité nucléaire confirme l'intérêt des études en cours en matière de dépôt géologique [132]. Cette commission avait été créée en 1986 par le Sénat suite à l'accident de Tchernobyl et reconduite en 1988 avec des missions élargies.

« Les rapports de caractérisation d'une couche géologique et de caractérisation d'un dépôt définitif doivent être rendus publics, comme l'a déjà opportunément fait l'ONDRAF en ce qui concerne le rapport SAFIR. Une commission d'évaluation de ces rapports, composée d'experts indépendants relevant de disciplines différentes est bénéfique et nécessaire, pour la

qualité des études, comme cela vient fort heureusement d'être démontré. Ces rapports doivent être communiqués en temps utile au Parlement et aux Conseils régionaux. »

En 1993, la résolution de la Chambre instaurant une suspension du retraitement des combustibles usés des centrales nucléaires commerciales [40] (résolution adoptée le 22 décembre 1993, confirmée par le Conseil des ministres la même année et reconfirmée par lui le 4 décembre 1998) charge le gouvernement, et par voie de conséquence l'ONDRAF,

« de donner la priorité à la recherche et au développement, y compris dans un cadre international, en vue de pouvoir réaliser à terme l'évacuation directe du combustible irradié, sans réduire le programme de recherche actuel dans le domaine de l'évacuation des déchets de retraitement en couche profonde. »

En 2000, la Commission AMPERE, créée par arrêté royal et chargée de formuler des recommandations et des propositions sur les choix futurs en matière de production d'électricité, relève le rôle de la Belgique au niveau international en matière de dépôt géologique dans l'argile [133].

« Des montants très importants sont consacrés à l'étude des différents concepts : c'est ainsi que le programme actuel d'étude du stockage de déchets hautement radioactifs dans l'argile fait partie d'un programme global qui aura bénéficié d'un financement global par les producteurs d'électricité de l'ordre de 11 GBEF1998 à l'échéance du programme R&D indicatif global en 2013. Cela permet à la Belgique de jouer un rôle majeur au niveau international dans le domaine de l'étude et de l'accumulation d'expérience en vue d'une évacuation dans l'argile profonde. »

En 2009, le groupe GEMIX, créé par arrêté royal pour réaliser une étude sur le mix énergétique idéal pour la Belgique, note dans ses recommandations [66]

qu'« il y a lieu de fournir tous les efforts nécessaires qui tiennent compte de l'évolution technologique pour arriver à une solution définitive qui soit acceptable du point de vue sociétal pour la gestion des déchets radioactifs de types B et C. »

Enfin, les activités de l'ONDRAF font l'objet d'un rapport annuel au Parlement et sont reprises dans le rapport officiel que la Belgique remet tous les trois ans en vue de la réunion des parties contractantes à la Convention commune [8], ratifiée par la Belgique en 2002, et ce depuis la première de ces réunions (soit novembre 2003).

8.1.2 Description du système de dépôt dans une argile peu indurée

L'ONDRAF a formalisé sa stratégie de sûreté [127] sur la base des fonctions que doivent assurer les différents composants du système de dépôt (formation hôte + barrières ouvragées + déchets) au cours des différentes périodes de la vie du système ainsi que sur la base de l'ensemble des acquis relatifs à l'Argile de Boom. Cette stratégie procède donc d'une approche systémique et permet de soutenir l'ensemble des choix en matière de conception du dépôt et de priorités de RD&D. Elle prévoit également que le développement du système de dépôt géologique s'effectue par étapes et permet, à chaque étape, de prendre en compte les résultats de RD&D obtenus ainsi que des exigences et/ou conditions externes nouvelles. Sa validité, ainsi que celle du design développé pour l'installation de dépôt, doivent être confirmées pour les Argiles Yprésiennes (section 8.1.6.2).

Les éléments directeurs sur lesquels se fonde l'ONDRAF pour concevoir un dépôt pour les déchets B&C dans une argile peu indurée qui soit capable d'assurer la sûreté opérationnelle et à long terme peuvent se synthétiser comme suit.

■ *Sûreté à long terme :*

- ▶ Le *confinement* des déchets de catégorie C (lignes b2-1, b2-4, b2-6, b2-7 et c2-1 à l'annexe A1) doit être assuré par les barrières ouvragées durant la période où les propriétés de la formation hôte pourraient être temporairement perturbées, en particulier à cause de l'augmentation de température qu'ils causent (phase thermique). Cette durée va de quelques centaines d'années pour les déchets vitrifiés à quelques milliers d'années pour les combustibles irradiés non retraités (moyennant refroidissement préalable en entreposage de surface durant 60 ans).
- ▶ L'*isolation* du dépôt par rapport aux perturbations externes, comme des changements climatiques, des séismes ou des activités humaines, doit être assurée par la couche d'argile et son environnement géologique.
- ▶ Le *retard* à la migration des radionucléides et des contaminants chimiques qui finiront par être relâchés des déchets et des barrières ouvragées est assuré principalement par leur piégeage dans l'argile.
- ▶ La conception de l'installation de dépôt, y compris le choix des techniques et des matériaux, est faite de manière à *ne pas perturber indûment* l'argile, qui constitue la barrière la plus importante pour la sûreté à long terme.

■ *Sûreté opérationnelle :*

- ▶ Les barrières ouvragées doivent assurer un *blindage radiologique* des déchets durant toute la période opérationnelle (environ 100 ans) et ce, à partir du moment où les déchets conditionnés sont post-conditionnés, en surface, pour former des superconteneurs ou des monolithes (voir plus bas). Elles visent aussi à limiter les risques de contamination dans le dépôt.

L'installation de dépôt géologique envisagée pour les déchets B&C consiste en un réseau de galeries horizontales construit à mi-épaisseur de la couche d'argile, à une profondeur suffisante (Figure 37). Des puits donnent accès à une galerie principale, qui dessert les galeries de dépôt, de diamètre plus petit. Celles-ci sont réparties en plusieurs sections dédiées à des groupes de déchets de caractéristiques comparables (par exemple la chaleur qu'ils dégagent, leur composition chimique ou encore la nature de leur matrice de conditionnement).

Le système de barrières ouvragées envisagé pour les déchets de catégorie C est basé sur l'utilisation de superconteneurs destinés à assurer un confinement complet des radionucléides et des contaminants chimiques durant la phase thermique. Ces superconteneurs sont les unités formées par un suremballage étanche en acier au carbone (et le(s) conteneur(s) de déchets vitrifiés ou de combustibles irradiés qu'il contient) et l'épaisse couche de protection en matériau cimentaire qui l'entoure (Figure 38). Les déchets de catégorie B sont, pour des raisons de manutention, placés dans des caissons en béton et immobilisés dans du mortier de manière à former des monolithes (Figure 38). Tant les superconteneurs que les monolithes assurent un blindage radiologique pour les travailleurs pendant l'exploitation et la fermeture de l'installation de dépôt.

Une fois les déchets mis en place, les espaces vides dans les galeries de dépôt sont remblayés par des matériaux choisis pour leur aptitude à contribuer à la sûreté globale du système. Toutes les galeries d'accès et tous les puits sont remblayés et scellés au

terme des opérations souterraines, éventuellement après une période de contrôles *in situ*. Le système est alors dans un état passif.

Après fermeture, l'installation de dépôt géologique pourra être contrôlée à partir de la surface et les générations futures pourront prolonger les contrôles aussi longtemps qu'elles le souhaitent. Des contrôles seront du reste obligatoires en cas de mise en dépôt de combustibles irradiés, afin de prévenir les risques de prolifération nucléaire.

La solution du dépôt géologique dans une argile peu indurée est suffisamment flexible pour pouvoir s'adapter aux variations potentielles identifiées des volumes de déchets B&C à gérer (section 10.2) et aux conditions complémentaires qui pourraient être imposées à sa réalisation, comme celles discutées à la section 8.1.3.

L'estimation la plus récente du coût total non actualisé, marges pour aléas technologiques et de projet incluses, d'un dépôt géologique dans l'Argile de Boom à une profondeur de l'ordre de celle du laboratoire souterrain HADES, dans l'hypothèse d'un retraitement complet de tous les combustibles commerciaux, est d'environ 3 milliards EUR₂₀₀₈ [134].

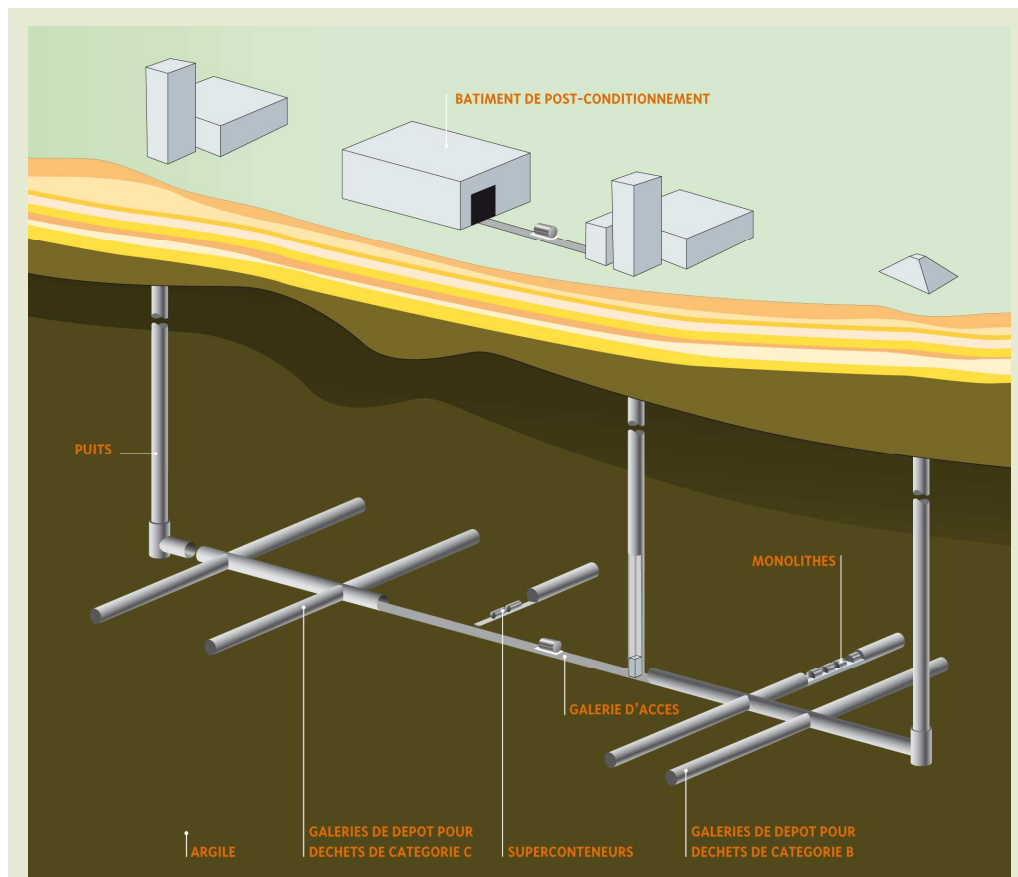


Figure 37 – Schéma indicatif de l'installation de dépôt géologique envisagée pour les déchets B&C et des installations de surface destinées à la fabrication des superconteneurs et des monolithes.

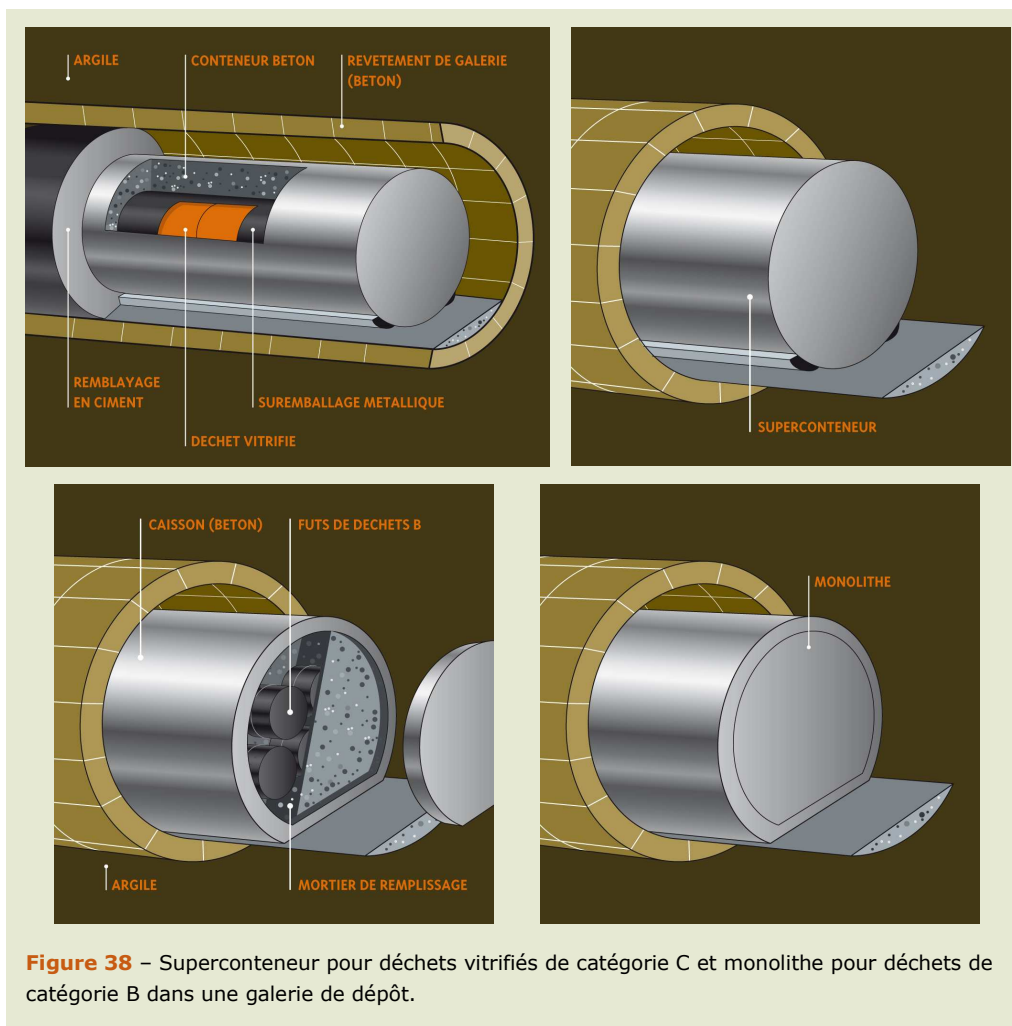


Figure 38 – Superconteneur pour déchets vitrifiés de catégorie C et monolithe pour déchets de catégorie B dans une galerie de dépôt.

8.1.3 Conditions au développement et à la réalisation d'un dépôt géologique

La consultation sociétale initiée par l'ONDRAF en préparation à la rédaction du projet de Plan Déchets et du SEA a mis en évidence l'importance accordée par les participants aux aspects de réversibilité et de récupérabilité des déchets mis en dépôt et de contrôle ainsi qu'au transfert des connaissances de génération en génération et au maintien de la mémoire [29, 31]. Cette importance a été largement confirmée par les répondants à la consultation légale [34]. Les opinions exprimées vont toutefois dans des sens divers.

Compte tenu de l'importance accordée par la société aux aspects de réversibilité et de récupérabilité, de contrôle ainsi que de transfert des connaissances et de maintien de la mémoire, l'ONDRAF a décidé d'assortir le développement et la réalisation d'un dépôt géologique de conditions de ce type. Les contours exacts à leur donner seront examinés sous les angles scientifique, technique, éthique, financier et de sûreté, dans le cadre de la concertation sociétale que l'ONDRAF entend mettre en place sans tarder (section 9.4). A tout le moins, les aspects suivants devront être examinés :

- les durées sur lesquelles les conditions devront être remplies ;
- l'absence d'impact négatif des conditions sur la sûreté à court et/ou à long terme des travailleurs et de la population et sur la sécurité et les *safeguards* ;

- les interdépendances entre les conditions.

La récupérabilité entraînant des exigences en matière de contrôles et de transfert des connaissances, elle pourrait constituer le point de départ de la concertation sociétale [135]. Ces trois conditions sont explicitées ci-après, avec quelques pistes de réflexion.

8.1.3.1 Récupérabilité

L'importance d'une clarification, au niveau national, des notions de réversibilité en exploitation et de récupérabilité de déchets mis en dépôt et de leurs rôles respectifs, compte tenu de ce qu'elles ne peuvent mettre en péril la sûreté à long terme, a été reconnue internationalement. Malgré cette reconnaissance et différentes initiatives en la matière (par exemple [136, 137, 138, 139]), force est de constater que des variations significatives existent entre les différents programmes nationaux de mise en dépôt géologique quant aux définitions et rôles dévolus à la réversibilité et à la récupérabilité des déchets.

Bien que les contours et la portée exacte de la notion de récupérabilité doivent faire l'objet de discussions entre les parties prenantes, en ce compris l'AFCN, pour le Plan Déchets, les notions de « réversibilité » et de « récupérabilité » sont définies comme suit.

- La « réversibilité » est la possibilité technique de récupérer, de façon sûre, des colis de déchets mis en place dans des galeries de dépôt non encore scellées en utilisant des moyens identiques ou comparables à ceux utilisés pour la mise en place. La réversibilité est strictement liée à l'exploitation du dépôt : pour chaque colis de déchets, elle commence avec la mise en dépôt du colis et s'achève avec le scellement de la galerie dans laquelle il a été placé. On parle ensuite de récupérabilité [140]. Les raisons pouvant conduire à devoir reprendre les déchets durant l'exploitation sont principalement la constatation d'un dégât occasionné au colis lors de sa mise en place ou la constatation que le colis n'a pas été correctement mis en place. A ce titre, la réversibilité fait partie des bonnes pratiques opérationnelles souvent imposées aux opérations industrielles et est prévue dans les analyses de conception de l'ONDRAF.
- La « récupérabilité » des déchets est la possibilité technique de récupérer, de façon sûre, les déchets mis en dépôt dans des galeries de dépôt scellées, en utilisant le cas échéant d'autres moyens que ceux utilisés pour leur mise en place [140]. Le cas extrême de récupérabilité est l'excavation minière complète (*mining out*) d'une installation de dépôt complètement fermée.

Ces deux notions sont de nature technique et ne doivent pas être confondues avec la notion d'« adaptabilité », qui est propre au processus décisionnel proposé (section 9.1.3).

Compte tenu des résultats des consultations sociétales, l'ONDRAF s'engage à

- assurer la réversibilité en exploitation ;
- examiner les dispositions qui pourraient faciliter la récupération éventuelle des déchets après fermeture partielle ou complète de l'installation de dépôt et ce, durant une période à définir.

La question de la récupérabilité des déchets mis en dépôt sera discutée au niveau sociétal et précisée (section 9.4). En effet, renforcer la récupérabilité dans la conception et la réalisation d'un système de dépôt ne peut se faire au détriment de la sûreté à court

et/ou à long terme ou au détriment de la sécurité et des *safeguards* et pourrait augmenter le coût du dépôt. La récupérabilité ne peut donc être une condition dénuée de restrictions (relatives à la durée, aux coûts, aux types de déchets concernés, à la sûreté, à la sécurité, ...).

La discussion relative à la récupérabilité devra notamment considérer les points suivants.

- L'AFCN a l'intention d'introduire dans la réglementation une exigence de réversibilité durant l'exploitation du dépôt, la faisabilité de la réversibilité devant être démontrée avant le début des opérations de mise en dépôt, mais elle ne semble pas avoir l'intention d'introduire d'exigence de récupérabilité [141]. Toutefois, l'AFCN considère que le concepteur d'une installation de dépôt devrait prendre des dispositions proportionnées aux risques liés aux déchets mis en dépôt afin de faciliter leur récupération éventuelle, par exemple des dispositions relatives à l'intégrité des conteneurs de déchets ou à la facilité d'accès aux déchets durant une période définie.
- La mise en dépôt de déchets radioactifs est définie légalement comme étant le placement de ces déchets dans une installation appropriée sans intention de les récupérer [1, 7]. Un dépôt géologique est donc une installation conçue pour être la destination finale des déchets radioactifs, pour laquelle l'exigence de sûreté à long terme n'entraîne pas d'exigence de récupérabilité des déchets. En ce sens, la position du Conseil national suédois pour les déchets nucléaires (KASAM) relative aux contrôles (section 8.1.3.2) est aussi applicable à la récupérabilité. Il n'entre donc pas dans les responsabilités de l'ONDRAF de prendre les mesures de conception et de financement qui permettraient de récupérer les déchets mis en dépôt en vue de permettre aux générations futures de les valoriser.
- Deux éléments assurent *de facto* un certain degré de récupérabilité des déchets mis en dépôt, du moins pendant un certain temps. La récupérabilité des déchets n'a jusqu'ici toutefois pas orienté le travail de conception de l'ONDRAF.
 - ▶ *Le degré d'intégrité du conteneur qui entoure les déchets.* Le conteneur qui entoure les déchets constituant une protection radiologique pour les travailleurs, son degré d'intégrité conditionne directement les mesures à prendre pour récupérer les déchets.
 - Les déchets de catégorie C peuvent en principe être récupérés relativement facilement pendant une période de l'ordre de 1 000 ans. En effet, un des éléments directeurs sur lesquels se fonde la conception du dépôt est l'exigence d'un confinement complet des déchets par les barrières ouvragées durant la phase thermique (section 8.1.2), exigence qui se traduit par l'utilisation de superconteneurs destinés à assurer le maintien de l'intégrité des suremballages. Cette conception, destinée à assurer la sûreté à long terme du dépôt, est donc également favorable à une récupération relativement aisée des déchets pendant un certain temps. En cas de dégradation du manteau cimentaire entourant des suremballages restés intacts, des mesures complémentaires seraient nécessaires afin de permettre une récupération sûre des déchets.
 - Aucune durabilité minimale n'est imposée dans la conception aux monolithes de déchets de catégorie B. Cependant, même si les évaluations de sûreté considèrent (par prudence) une dégradation

« instantanée » des monolithes, il est difficilement concevable que ces structures massives en béton soient totalement dégradées dès la fermeture des galeries de dépôt : même dans leur concept actuel, une certaine période d'intégrité devrait pouvoir être garantie.

- *Le stade de fermeture du dépôt* (Figure 39). L'accès aux déchets diminue au fur et à mesure de la fermeture par étapes de l'installation de dépôt (remblayage et scellement des galeries contenant les déchets puis des galeries principales et enfin des puits d'accès) et les coûts directs et indirects (c'est-à-dire liés aux risques radiologiques pour les travailleurs) de récupération sûre des déchets augmentent simultanément.

Des mesures de conception complémentaires pourraient devoir être prises pour faciliter davantage la récupération des déchets pendant la période envisagée. Ainsi, les galeries de dépôt pourraient être remblayées avec un matériau cimentaire « léger », clairement distinct des matériaux utilisés pour les superconteneurs et les monolithes, et qui pourrait être retiré aisément. La faisabilité de telles mesures et leur absence d'impact sur la sûreté devraient être analysées au cas par cas.

- Le fait de laisser les galeries de dépôt (partiellement) ouvertes et de laisser les puits d'accès ouverts pour faciliter la récupération des déchets ne serait pas sans effets sur le comportement du système de dépôt. En effet, plus longtemps l'installation de dépôt resterait ouverte, plus complexe serait l'évolution des processus se déroulant au voisinage des déchets (transitoires hydrauliques, chimiques et thermiques plus longs, augmentation de l'activité microbienne, ...). Il faudrait donc vérifier au cas par cas, via des activités de RD&D dédiées, que le fait de laisser ouvertes certaines parties de l'installation de dépôt n'aurait pas d'impact négatif sur les barrières ouvragées et/ou sur la formation hôte [135].

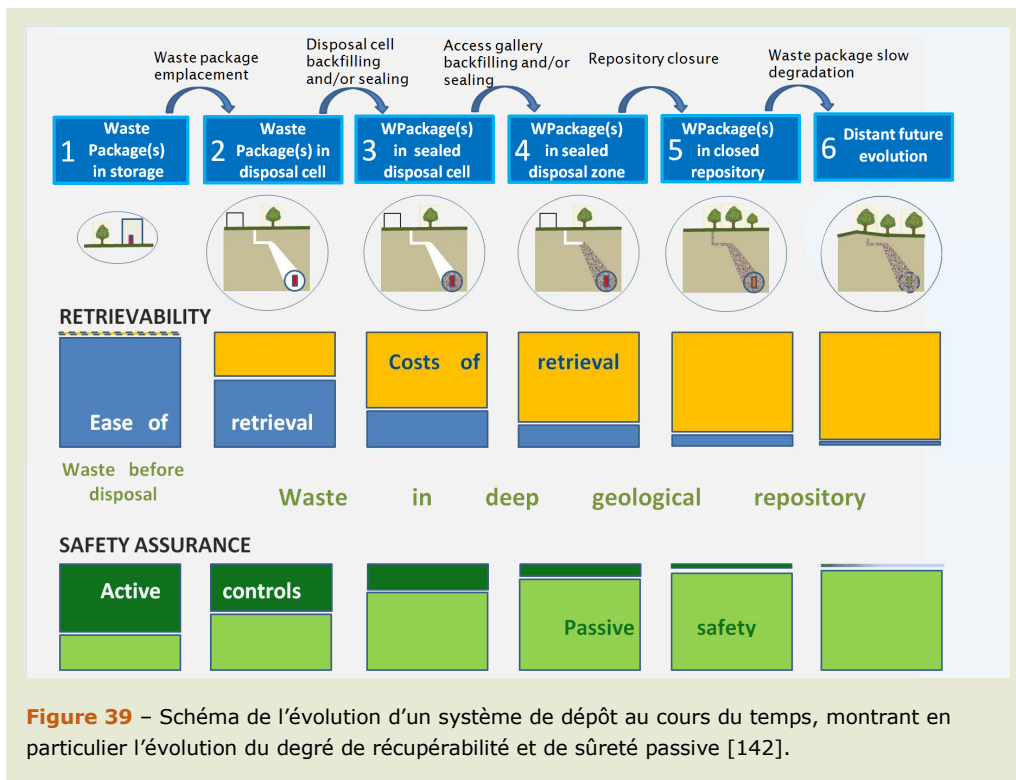


Figure 39 – Schéma de l'évolution d'un système de dépôt au cours du temps, montrant en particulier l'évolution du degré de récupérabilité et de sûreté passive [142].

8.1.3.2 Contrôles

Un dépôt géologique complètement fermé étant une solution de gestion qui assure la protection de l'homme et de l'environnement de façon passive, autrement dit sans que des interventions humaines soient nécessaires, il ne doit pas être contrôlé de façon permanente après fermeture pour être sûr : il est intrinsèquement sûr pour peu qu'il ait été correctement développé, optimisé et réalisé. Ceci n'empêche cependant pas de prévoir et de mettre en œuvre des mesures de contrôle, comme mis en évidence par KASAM [101].

« Un dépôt géologique devrait être construit de manière telle qu'il rende les contrôles et les mesures correctives inutiles, tout en ne rendant pas ces contrôles et ces mesures correctives impossibles. En d'autres termes, notre génération ne devrait pas transmettre l'entière responsabilité de la gestion des déchets aux générations à venir, mais nous ne devrions pas nier aux générations futures la possibilité de prendre cette responsabilité. »
[traduction de l'ONDRAF]

Outre les contrôles qui sont ou seront prévus dans le cadre réglementaire, qu'ils soient liés aux autorisations mêmes, aux aspects de sécurité ou au régime de *safeguards*, des contrôles additionnels durant l'exploitation et/ou la fermeture et/ou après la fermeture complète du dépôt sont souhaités par la société afin de vérifier le bon fonctionnement du système de dépôt. Ces contrôles pourraient notamment viser à vérifier la bonne mise en œuvre des remblaiements et scellements nécessaires à la fermeture progressive de l'installation de dépôt ou à vérifier que les phénomènes physico-chimiques qui se déroulent dans le dépôt et leur ampleur sont conformes aux prévisions. Les transitoires physico-chimiques, après emplacement des déchets et fermeture (partielle) des galeries de dépôt, seront en effet importants (dégagement thermique, saturation en eau des barrières ouvragées, consommation de l'oxygène, ...). On pourrait ainsi vérifier que les impacts éventuels du dépôt sur son environnement (température dans l'argile et dans les aquifères environnants, surélévation du sol, ...) restent acceptables ou dans les normes.

L'ONDRAF s'engage à maintenir les contrôles du bon fonctionnement du système de dépôt qui viendront en sus des contrôles réglementaires (Cadre 14) pendant une période à convenir avec les parties prenantes (voir aussi section 6.1).

Les contours à donner à la condition de contrôlabilité seront examinés sous leurs différents angles dans le cadre de la concertation sociétale prévue (section 9.4). Il est cependant illusoire d'espérer pouvoir les maintenir de façon illimitée dans le temps (Figure 39). La fermeture par étapes de l'installation de dépôt pourrait être couplée à un programme de contrôles sur des durées à définir. Chaque étape dans la fermeture réduira l'accessibilité des déchets et les amènera dans une situation de sûreté passive plus grande, ce qui rendra en principe les contrôles de plus en plus indirects. En tout état de cause, les contrôles et l'instrumentation associée ne pourront perturber la sûreté du dépôt, par exemple en créant des voies préférentielles pour l'eau ou les radionucléides. L'expérience en la matière et en matière de fiabilité de l'instrumentation acquise par l'ONDRAF et le SCK•CEN dans le cadre des expérimentations *in situ* au sein du laboratoire souterrain HADES pourront être mises à profit.

Cadre 14 – Les contrôles réglementaires en quelques mots

Des contrôles réglementaires seront effectués tout au long de la construction, de l'exploitation et de la fermeture progressive de l'installation de dépôt géologique puis après la fermeture. Ces contrôles couvriront notamment ceux liés aux différentes autorisations nécessaires mais aussi les dispositions en matière de sécurité et de *safeguards*.

En Belgique, c'est l'AFCN qui est chargée des aspects de sécurité et d'accompagner les activités de vérification du respect des mesures de *safeguards* menées sous l'égide de l'AIEA et de l'Euratom. L'AFCN révisé actuellement la législation en matière de sécurité. Les mesures de contrôle et de surveillance dans le domaine des *safeguards* sont en cours de définition par les organisations internationales compétentes [143].

En matière de contrôles réglementaires, et à titre d'exemple, l'AFCN prévoit actuellement après la mise en dépôt des déchets [140] :

- un programme de surveillance et de monitoring après le scellement des galeries de dépôt ;
- un programme de surveillance et de monitoring après la fermeture complète de l'installation de dépôt. Ce programme, principalement axé sur des mesures actives (empêchement des intrusions, surveillance de l'état du dépôt, ...) dans un premier temps, évolue progressivement vers un programme purement passif sur le long terme (prévention du risque d'intrusion via des marquages permanents par exemple).

Les durées de ces programmes de surveillance et de monitoring ne sont pas encore fixées.

8.1.3.3 Transfert des connaissances et maintien de la mémoire

Le transfert des connaissances et le maintien de la mémoire en matière de dépôt géologique sont des notions larges qui englobent

- le « marquage » du site de dépôt et
- la transmission des connaissances et du savoir-faire relatifs par exemple
 - ▶ au système de dépôt (conception, sûreté, fondements scientifiques et techniques, ...) ;
 - ▶ aux déchets que l'installation contient et aux dangers qu'ils présentent ;
 - ▶ au bon fonctionnement du système de dépôt, comme base d'évaluation des résultats des contrôles. En ce sens, le transfert des connaissances est aussi intimement lié aux aspects de contrôlabilité (y compris le contrôle réglementaire) et de récupérabilité ainsi qu'à leurs dimensions temporelles respectives.

L'ONDRAF s'engage à préparer au mieux le transfert des connaissances aux générations futures. Ce transfert pourra s'organiser aux niveaux tant local que national, mais aussi au niveau international, notamment via les rapports à fournir dans le cadre d'obligations internationales. Il pourrait aussi être facilité par une diffusion large, dans la littérature scientifique, des fondements scientifiques et techniques sur lesquels reposent la sûreté et la conception du dépôt.

Les contours à donner à la condition de transfert des connaissances liées à l'installation de dépôt et aux déchets qu'elle contient et de maintien de la mémoire de l'emplacement du site de dépôt seront examinés dans le cadre de la concertation sociétale à mettre en

place (section 9.4). Il appartiendra toutefois à chaque génération de décider des connaissances et moyens qu'elle veut transmettre à la génération suivante.

8.1.4 Principaux acquis scientifiques et techniques du programme de RD&D relatif au dépôt dans l'Argile de Boom

Le système actuel de dépôt des déchets B&C dans l'Argile de Boom est, selon l'état présent des connaissances et des évaluations, à même d'assurer la sûreté opérationnelle et la sûreté à long terme et il est techniquement faisable. La suite de cette section donne un aperçu des acquis principaux du programme de RD&D. Ils sont détaillés davantage dans le rapport SAFIR 2 [16] et dans des publications plus récentes, dont une liste sera reprise dans le programme de RD&D actuellement en cours de rédaction (section 8.1.6).

8.1.4.1 L'Argile de Boom comme barrière

La formation argileuse de Boom est présente dans le nord-est de la Belgique. Sous la zone de Mol-Dessel, elle a une épaisseur d'environ 100 mètres et s'étend de 190 à 290 mètres de profondeur environ. Elle s'enfonce avec une pente de 1 à 2 % vers le nord-nord-est de la Belgique. C'est une roche peu indurée et très peu perméable. Ses performances comme barrière à la migration des radionucléides et des contaminants chimiques sont synthétisées dans le Cadre 15.

Les formations situées de part et d'autre de l'Argile de Boom sont sableuses et aquifères. Les sables qui reposent sur l'Argile de Boom constituent le second aquifère en importance pour le captage d'eau potable en Belgique et le principal pour le nord-est du pays. L'aquifère situé sous l'Argile de Boom est peu productif. La présence de ces aquifères constitue un point d'attention particulier pour l'ONDRAF, tant du point de vue de leur protection radiologique et de la limitation des perturbations physico-chimiques (impact thermique, présence d'éléments chimio-toxiques, ...) que du point de vue du risque d'intrusion humaine. Toutes les évaluations de sûreté à long terme réalisées jusqu'à présent montrent que l'Argile de Boom piège de manière extrêmement efficace les radionucléides et les contaminants chimiques, de sorte que l'impact d'un dépôt géologique sur les aquifères et sur les individus qui en consommeraient l'eau serait très faible, et en tout cas inférieur à toutes les normes actuelles en la matière.

Cadre 15 – L'Argile de Boom comme barrière naturelle à la migration des radionucléides et des contaminants chimiques sur le long terme

L'Argile de Boom présente différentes caractéristiques qui en font une barrière naturelle de qualité à la migration des radionucléides et des contaminants chimiques vers l'environnement de surface.

- Elle est *très peu perméable*. Il n'y a donc pour ainsi dire pas de mouvements d'eau en son sein, et donc pas de transport de radionucléides et de contaminants chimiques par ce vecteur. Le transport est par conséquent essentiellement diffusif, c'est-à-dire que les espèces migrent sous l'effet de leur gradient de concentration et non sous celui du mouvement de l'eau interstitielle. Cette propriété a pu, entre autres, être mise en évidence grâce à des expériences sur plus de 20 ans dans le laboratoire souterrain.
- Elle présente une *forte capacité de piégeage* de nombreux radionucléides et contaminants chimiques (capacité de sorption, propriétés géochimiques favorables, ...). Leur migration à travers l'argile est donc fortement ralentie.
- Elle déploie un *effet tampon* important vis-à-vis des perturbations chimiques (par exemple, introduction d'oxygène durant les travaux de creusement et l'exploitation ainsi que diffusion d'une plume alcaline à partir du béton des barrières ouvragées). L'épaisseur d'argile effectivement perturbée est donc très réduite.
- Elle est *plastique*. Les fractures et fissures qui pourraient y être générées, en particulier par les activités de creusement, ont donc tendance à se refermer (capacité d'auto-scellement).

L'Argile de Boom ne présente par conséquent *pas de voies préférentielles de migration des radionucléides et des contaminants chimiques* progressivement libérés du dépôt.

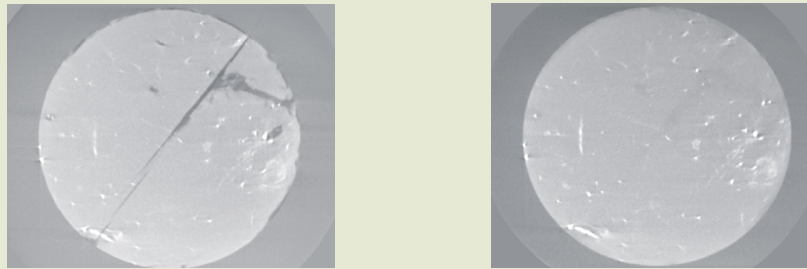


Illustration de la capacité d'auto-scellement de l'Argile de Boom. A gauche : échantillon d'argile dans lequel une fracture a été induite ; à droite, le même échantillon, 4 heures après saturation hydraulique : la fracture s'est refermée.

L'Argile de Boom est constituée sur toute son épaisseur (environ 100 mètres) de différentes couches plus ou moins riches en argile. Les propriétés de transport des radionucléides et des contaminants chimiques sont toutefois très homogènes sur presque toute l'épaisseur de l'Argile de Boom. En outre, l'Argile de Boom se présente au sein de structures géologiques simples assurant une continuité latérale importante : ces deux propriétés facilitent sa caractérisation.

Enfin, elle présente une stabilité hydrogéologique, géochimique et mécanique sur des périodes de temps géologiques, c'est-à-dire sur des millions d'années.

- Les composants de l'Argile de Boom sont restés inchangés depuis peu de temps après la mise en place de la formation, il y a 35 millions d'années. Pendant toute cette période, les changements naturels (séismes, fluctuations du niveau de la mer, périodes glaciaires, etc.) n'ont pas affecté ses propriétés favorables.
- La migration des espèces chimiques naturelles au travers de l'Argile de Boom est restée diffuse au cours du dernier million d'années au moins.

La stabilité et les propriétés de barrière de l'Argile de Boom sont illustrées par des analogies naturelles, *un analogue naturel étant un système géologique où l'on retrouve des matériaux et/ou des processus semblables à ceux qui sont attendus dans un système de dépôt.*

- L'analogie naturelle la plus remarquable est le gisement d'uranium de Cigar Lake (Canada) [144]. Représentant environ 11 % des réserves mondiales connues en uranium, Cigar Lake est l'un des gisements d'uranium les plus riches et les plus grands connus. Son importance eu égard à la mise en dépôt de déchets radioactifs est due à deux facteurs : d'une part, il est constitué à raison de 98 % environ de dioxyde d'uranium (UO₂), qui est le composant principal des combustibles nucléaires irradiés et, d'autre part, cet uranium très pur est protégé des eaux souterraines par un dôme argileux. La haute pureté du minerai permet en outre d'analyser les interactions entre l'uranium et son environnement de façon très précise.

Bien que situé à la base d'une formation de grès hautement perméable, le gisement d'uranium de Cigar Lake a été préservé durant environ 1,3 milliard d'années, essentiellement grâce à la présence de la couverture argileuse, qui a réduit la pénétration des eaux souterraines dans le gisement et a empêché la migration de l'uranium. Le gisement est resté intact durant plusieurs épisodes de formation de montagnes (montagnes Rocheuses, Appalaches), plusieurs périodes glaciaires et une élévation significative due à l'érosion de plus de 2,5 km de roches sédimentaires. Actuellement situé à 430 mètres de profondeur, il est en fait tellement stable qu'aucune signature chimique ou radioactive ne peut être détectée à partir de la surface.

- Des troncs d'arbre parfaitement préservés (et non fossilisés) ont été découverts à Dunarobba (Italie) au sein d'une coulée de boue argileuse datant d'environ deux millions d'années. La présence d'argile a donc évité la putréfaction des végétaux pendant toute cette période [144].

Enfin, l'argile est utilisée (sous forme de bentonite) dans presque tous les concepts de dépôt géologique développés à l'étranger, par exemple en tant que matériau tampon de protection, matériau de remblayage et/ou matériau de scellement, précisément en raison de ses propriétés intrinsèquement favorables, décrites ci-dessus pour l'Argile de Boom.

8.1.4.2 Evaluation de la faisabilité

La faisabilité désigne la possibilité de *construire*, *d'exploiter* et de *fermer* une installation de dépôt en conformité avec les spécifications établies, compte tenu des contraintes d'ingénierie, des impératifs de sûreté opérationnelle, des contraintes en matière de réversibilité pendant l'exploitation et de contrôles, d'éventuelles contraintes encore à définir liées à la condition de récupérabilité et des contraintes en matière de coûts financiers.

Les principaux acquis en matière d'évaluation de la faisabilité sont les suivants :

- démonstration de la possibilité de réaliser de manière industrielle des puits et des galeries au sein de l'Argile de Boom à plus de 200 mètres de profondeur ainsi que de la possibilité de réaliser le croisement entre deux galeries, tout en limitant les perturbations géomécaniques de l'argile, ces démonstrations constituant des premières ;
- mise en évidence de la nature artificielle des fractures observées dans l'Argile de Boom au cours des excavations : ces fractures, qui sont induites par le creusement, se scellent avec le temps ;
- démonstration de la possibilité de réaliser un scellement de qualité dans un puits ;
- démonstration de la possibilité de remblayer les espaces vides entre le revêtement des galeries de dépôt et les superconteneurs ou les monolithes par un coulis de ciment ;
- possibilités de manutention des superconteneurs et des monolithes en puits et en galerie selon des méthodes industrielles connues ;

- comportement connu et industriellement éprouvé de l'acier au carbone dans un environnement cimentaire, ce qui permet de prédire une très bonne résistance à la corrosion du suremballage métallique et ainsi garantir le confinement des déchets de catégorie C pendant toute la phase thermique du dépôt ;
- capacité d'estimation des coûts du dépôt et des marges pour aléas technologiques et de projet associées.

8.1.4.3 Vision intégrée de l'évolution du système de dépôt

Un effort significatif est actuellement en cours en vue de développer une vision intégrée de l'évolution de l'ensemble des processus physico-chimiques qui se déroulent au sein des déchets, des barrières ouvragées et des premiers mètres d'argile à des moments clés de l'évolution du système de dépôt (Figure 40). Cette vision intégrée et dépendante du temps du comportement du système constitue une aide appréciable non seulement pour définir le scénario d'évolution attendue du système de dépôt à prendre en compte dans les évaluations de sûreté mais aussi pour fixer les priorités de RD&D.

Dans le cadre de l'intégration et en support des évaluations de sûreté, un système de gestion des connaissances a par ailleurs été développé afin de faciliter le partage des données, la traçabilité des décisions prises et l'intégration multidisciplinaire, et ainsi assurer la cohérence des données, modèles et scénarios utilisés. Ce système contribue aussi à assurer la continuité des connaissances et expertises nécessaires pendant toute la durée du développement et de la réalisation d'une solution de mise en dépôt géologique.

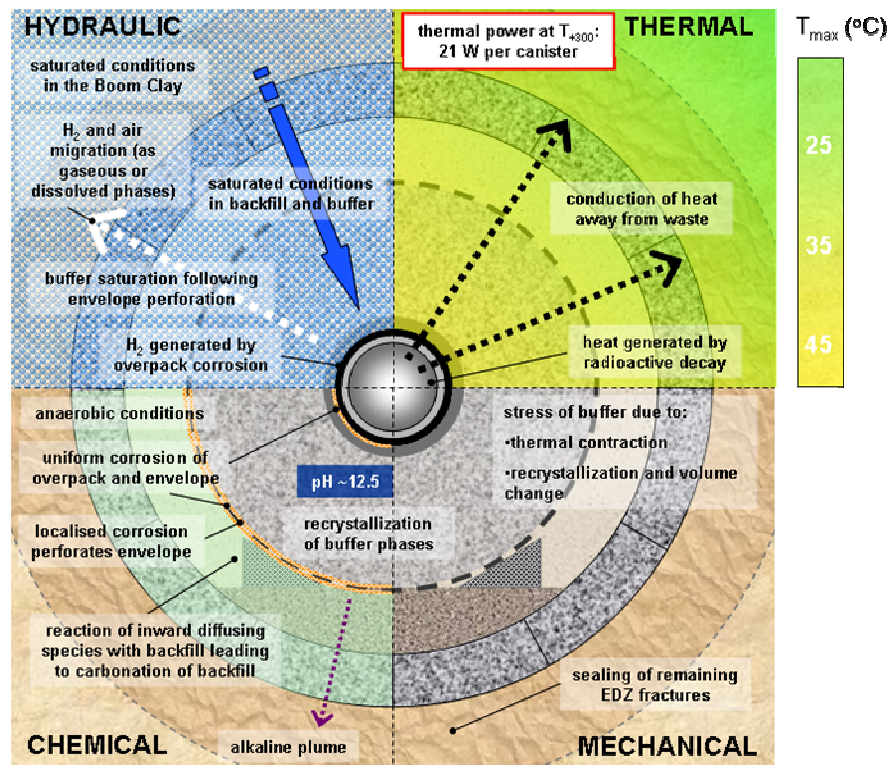
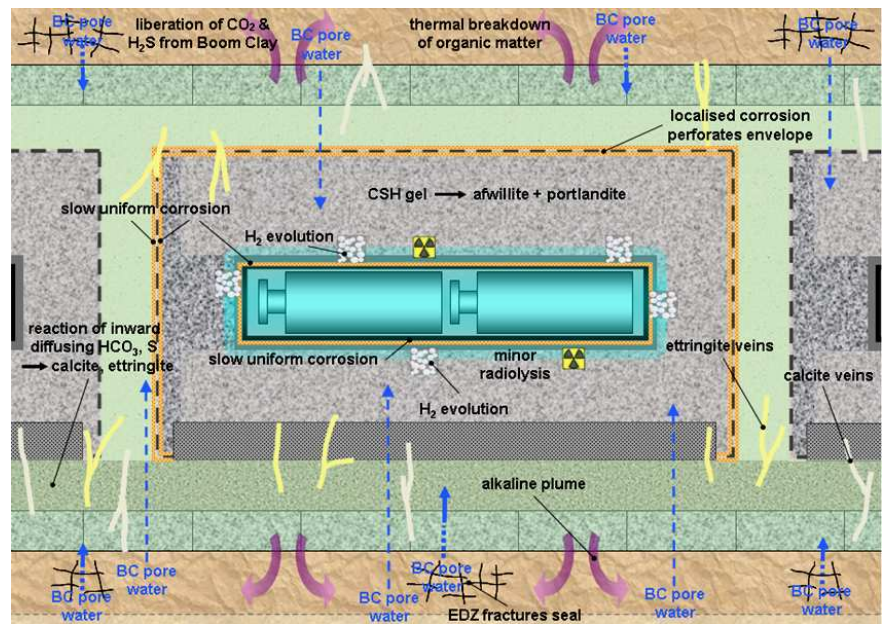


Figure 40 – Exemple de visualisation intégrée du comportement du système de dépôt : coupes longitudinale et transversale d’une galerie de dépôt pour déchets vitrifiés, montrant les processus thermiques, hydrauliques, mécaniques et chimiques prenant place à proximité d’un superconteneur environ 300 ans après sa mise en dépôt, soit après le pic d’augmentation de température causé par les déchets [145]. Ce même genre d’intégration a été réalisé pour différents moments clés de l’évolution du système du dépôt. La compréhension intégrée de son comportement contribue notamment à identifier les processus les plus importants pour la sûreté. Une prise en compte fine de l’ensemble des processus n’est toutefois pas nécessaire dans les évaluations de la sûreté à long terme.

8.1.4.4 Evaluation de la sûreté à long terme

L'impact à long terme de l'installation de dépôt a été évalué à partir de la masse de connaissances et de l'expertise disponibles aux niveaux tant national qu'international. Les incertitudes relatives à l'évolution du système de dépôt ont été analysées via leur prise en compte raisonnée dans un éventail de scénarios. Ces scénarios sont le scénario de référence, qui décrit l'évolution attendue du système de dépôt, et ses variantes, un certain nombre d'autres scénarios d'évolution possibles mais moins probables, et des scénarios d'intrusion humaine.

Les principaux acquis en matière d'évaluation de la sûreté à long terme en conditions normales ont été obtenus pour un dépôt supposé construit au milieu de la couche d'Argile de Boom de 100 mètres d'épaisseur dans la région de Mol-Dessel. Ils peuvent se résumer comme suit [16].

- C'est l'Argile de Boom qui contribue le plus à la sûreté à long terme.
- Les barrières ouvragées ont une contribution réelle à la sûreté à long terme nettement supérieure à la contribution nécessaire.
- Le rôle des matrices de déchets est marginal pour la sûreté à long terme, sauf en ce qui concerne la matrice UO₂ des combustibles nucléaires.
- La dose maximale engendrée par le dépôt est inférieure d'au moins un facteur 10 à la limite réglementaire :
 - ▶ les principaux contributeurs à la dose sont les produits de fission non piégés par l'Argile de Boom (¹²⁹I, ³⁶Cl, ¹⁴C, ...),
 - ▶ les actinides (U, Pu, Am, Cm et Np) ne contribuent que très faiblement à la dose,
 - ▶ la plupart des radionucléides décroissent à des activités négligeables durant leur séjour au sein des barrières ouvragées et leur transport à travers l'Argile de Boom.
- Les produits de fission les plus mobiles quittent l'Argile de Boom après des durées de l'ordre de quelques dizaines de milliers d'années ; les actinides quittent l'Argile de Boom après plusieurs centaines de milliers d'années. Dans les deux cas, les quantités sont minimales.
- La présence d'un dépôt géologique dans l'Argile de Boom n'a pas d'impact négatif sur les aquifères situés de part et d'autre de l'Argile de Boom et n'empêche pas leur exploitation en tant que source d'eau potable.

Les acquis des évaluations de sûreté sont basés sur des hypothèses prudentes, parfois même pessimistes, qui reviennent à introduire des marges significatives de sûreté dans les résultats obtenus. Ces hypothèses sont de natures très différentes, comme illustré ci-dessous [16].

- Les conditions géochimiques imposées par le matériau cimentaire du superconteneur sont favorables à une durabilité importante du suremballage en acier au carbone. Sa durée de vie serait de l'ordre de 100 000 ans, alors qu'un confinement durant quelques milliers d'années est suffisant pour assurer la sûreté, compte tenu des excellentes propriétés de barrière de l'Argile de Boom.

Dose : Somme des produits obtenus en multipliant la dose équivalente de rayonnements reçue par chaque tissu ou organe par le facteur de pondération exprimant la sensibilité de ce tissu ou organe aux rayonnements. Le terme « dose » est souvent utilisé à la place de « dose efficace »

Radiotoxicité : Dose hypothétique résultant de l'ingestion de substances radioactives, égale à la somme des produits de l'activité de chaque radionucléide à un moment donné par son facteur d'ingestion de dose

- Certains processus qui contribuent à limiter la libération des radionucléides et des contaminants chimiques sont ignorés délibérément, comme le fait que
 - ▶ la corrosion de l'emballage primaire des déchets est lente (alors que cet emballage est supposé se corroder instantanément) ;
 - ▶ certains radionucléides sont piégés au sein du béton dégradé et des barrières métalliques dégradées (alors que ce piégeage n'est pas pris en compte) ;
 - ▶ la migration des radionucléides et des contaminants chimiques est retardée par les matrices des déchets de catégorie B (alors que ce retard n'est pas pris en compte).
- Les hypothèses concernant le degré d'exposition radiologique des individus sont très pessimistes.

Par exemple, un individu qui habiterait à proximité du site de dépôt et qui prélèverait son eau potable et son eau d'irrigation d'un puits profond situé juste au-dessus de la couche d'Argile de Boom, là où, d'après les calculs, se situeraient les concentrations les plus élevées en radionucléides, serait exposé aux doses radiologiques les plus élevées entre 100 000 ans et 1 million d'années après la fermeture du dépôt (Figure 41). Au maximum de l'exposition, soit après environ 200 000 ans, les doses restent 10 à 30 fois inférieures à la limite de 0,1 à 0,3 mSv par an acceptée au niveau international et plus de 250 fois inférieures à la dose d'origine naturelle reçue annuellement en Belgique (2,5 mSv par an).

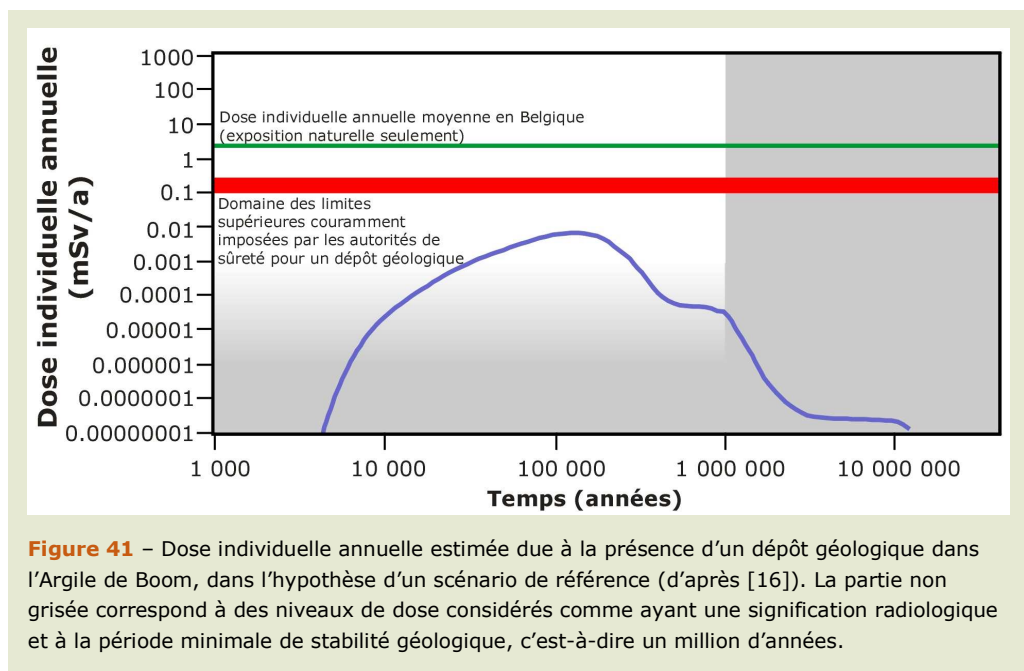
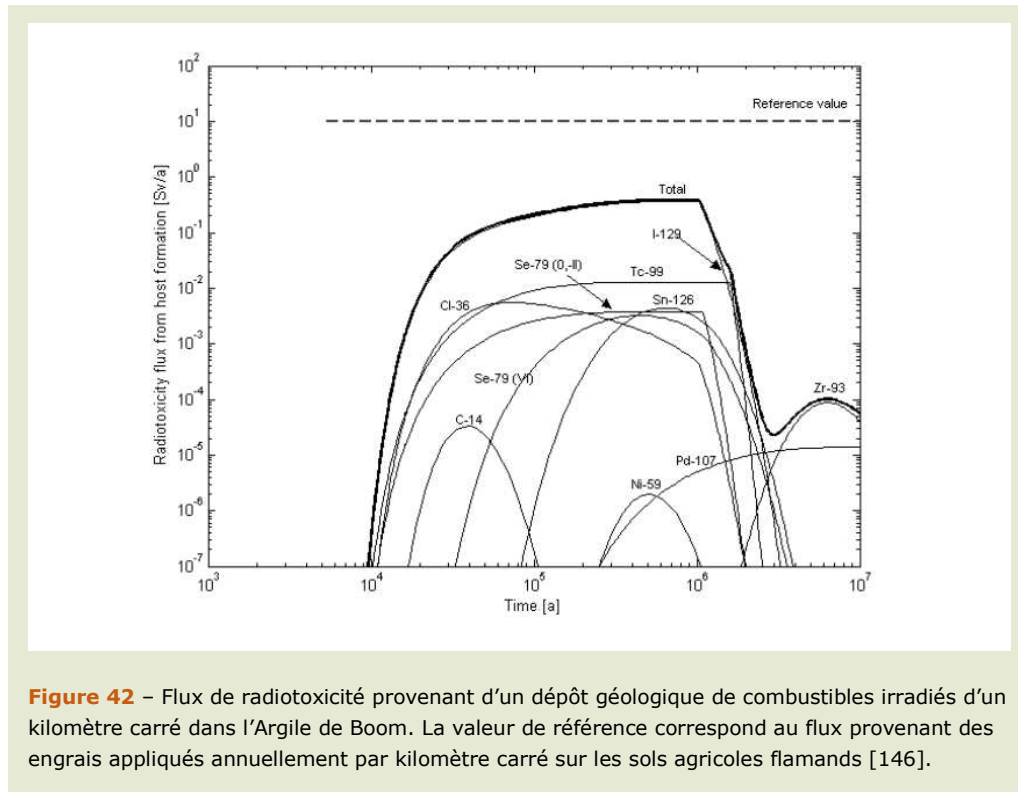


Figure 41 – Dose individuelle annuelle estimée due à la présence d'un dépôt géologique dans l'Argile de Boom, dans l'hypothèse d'un scénario de référence (d'après [16]). La partie non grisée correspond à des niveaux de dose considérés comme ayant une signification radiologique et à la période minimale de stabilité géologique, c'est-à-dire un million d'années.

Etant donné les incertitudes importantes sur les modes de vie futurs dans le voisinage d'un éventuel site de dépôt géologique, d'autres types de calcul sont également effectués pour estimer l'impact d'un tel dépôt. Un exemple est l'estimation du flux de radiotoxicité total provenant du dépôt, c'est-à-dire l'estimation de l'impact radiologique annuel sur les individus dû à l'ingestion hypothétique de l'ensemble des radionucléides relâchés dans l'environnement, qui peut être comparé aux radionucléides naturels

présents dans la couche d'argile ou au flux de radiotoxicité provenant d'autres activités pratiquées aujourd'hui. Le flux de radiotoxicité provenant d'un dépôt géologique de combustibles irradiés d'une superficie d'un kilomètre carré construit dans une argile peu indurée est par exemple nettement inférieur au flux de radiotoxicité provenant des engrais qui sont appliqués annuellement par kilomètre carré sur les sols agricoles de Flandre (ordre de grandeur de 10 Sv/km²/an – Figure 42) [146].



L'évaluation des scénarios d'évolution altérée (montée drastique du niveau de la mer, séismes, glaciation, rupture précoce des barrières ouvragées, ...) et des scénarios d'intrusion humaine n'amène pas de conclusions fondamentalement différentes de celles ci-dessus.

De manière générale, les résultats des évaluations de la sûreté à long terme sont cohérents avec les résultats obtenus dans le cadre des autres programmes nationaux en matière de dépôt géologique, ce qui renforce la confiance que l'on peut avoir dans ces évaluations.

Les évaluations de la sûreté à long terme d'un système de dépôt géologique, qui procèdent d'un mécanisme itératif d'affinement continu, se préparent chacune durant plusieurs années. Etant donné la continuité latérale importante de l'Argile de Boom, les conclusions actuelles de ces évaluations sont valables dans une large mesure pour une grande étendue d'Argile de Boom. Etant donné les différences entre localisations (profondeur, épaisseur, composition de l'eau interstitielle, ...), certaines données nécessaires aux évaluations de sûreté ne seront toutefois connues de façon précise qu'après le choix d'un ou de plusieurs sites d'implantation potentiels. Une caractérisation

très approfondie de la formation hôte à l'endroit ou aux endroits identifiés sera nécessaire pour permettre une(des) évaluation(s) de sûreté spécifique(s) à ce(s) site(s) potentiel(s), dont les résultats seront ensuite soumis aux autorités compétentes.

8.1.5 Les Argiles Yprésiennes comparées à l'Argile de Boom

Les Argiles Yprésiennes ne sont que peu connues en profondeur en Belgique. Plusieurs études et forages de reconnaissance ont été réalisés à l'initiative de l'ONDRAF (Figure 43) [121]. Une interprétation complète des résultats est encore en cours.

Les Argiles Yprésiennes présentent, dans l'extrême nord-ouest du pays, des caractéristiques géologiques qui sont proches de celles de l'Argile de Boom (Cadre 15 à la section 8.1.4.1). Il est donc probable que le développement d'un système de dépôt dans les Argiles Yprésiennes puisse bénéficier des connaissances acquises jusqu'ici pour l'Argile de Boom (géologies comparables, processus de transport contrôlés par la diffusion et caractérisés par un piégeage important des radionucléides et des contaminants chimiques, possibilité de transférer les méthodologies et techniques expérimentales, etc.).

Les Argiles Yprésiennes présentent plusieurs avantages potentiels en tant que formation hôte par rapport à l'Argile de Boom :

- elles sont présentes à certains endroits à des profondeurs plus importantes que l'Argile de Boom ;
- elles présentent plusieurs zones beaucoup plus riches en minéraux argileux que l'Argile de Boom, ces minéraux étant ceux à l'origine du piégeage de certains radionucléides et contaminants chimiques et de la capacité de scellement de la formation ;
- elles sont entourées d'aquifères salés ;
- elles sont surmontées par d'autres formations argileuses qui forment un ensemble multibarrière naturel.

Certaines caractéristiques des Argiles Yprésiennes constituent toutefois des difficultés potentielles, qui ne semblent pas insurmontables mais devraient le cas échéant être analysées plus en détails. Ainsi, étant donné que ce sont des argiles très gonflantes, la construction d'installations souterraines en leur sein, à des profondeurs de l'ordre de 300 à 400 mètres, pose question. Par ailleurs, la présence d'eau salée impose des conditions géochimiques différentes de celles dans l'Argile de Boom, ce qui pourrait avoir un impact sur la corrosion des barrières ouvragées métalliques et la migration des radionucléides et des contaminants chimiques.

Enfin, les Argiles Yprésiennes montrent des caractéristiques propres qui mériteraient une attention particulière, comme la présence de discontinuités structurales (failles) et une capacité à dissiper la chaleur inférieure à celle de l'Argile de Boom. Les circulations d'eau dans l'environnement géologique de ces argiles mériteraient également une attention particulière.



Figure 43 – Forage de reconnaissance et carottage pour les Argiles Yprésiennes à Kallo.

8.1.6 Principales activités futures de RD&D en vue du développement et de la réalisation progressive d'une installation de dépôt géologique

Etant donné que la poursuite du développement d'une installation de dépôt géologique et sa réalisation progressive s'inscrivent dans une perspective de plusieurs dizaines d'années, le programme de RD&D futur se doit d'être flexible et d'évoluer en fonction de l'évolution du contexte sociétal, scientifique, technique et économique. Il est susceptible de devoir être adapté, par exemple si les décisions prises par les autorités compétentes s'écartent sensiblement de l'ébauche actuelle de processus décisionnel (section 9.2), si des conditions imprévues sont imposées à la réalisation de l'installation de dépôt, ou encore si des résultats inattendus de RD&D appellent des investigations complémentaires. La RD&D prendra aussi en compte les préoccupations mises en évidence dans le cadre de la consultation sociétale passée, de la consultation légale relative au projet de Plan Déchets et au SEA, et du processus participatif qui accompagnera la poursuite du développement d'un dépôt géologique.

Concrètement, la RD&D devra permettre d'établir les argumentaires qui devront supporter les décisions jalonnant le processus décisionnel (section 9.2). Ainsi, elle visera la confirmation, l'affinement et l'intégration des acquis (de manière à réduire les incertitudes restantes et à augmenter les marges de sûreté), le développement de certains domaines de connaissances (en particulier en ce qui concerne les Argiles Yprésiennes), la démonstration, directe ou indirecte, de tous les aspects non encore démontrés de la construction, de l'exploitation et de la fermeture d'une installation de dépôt, ainsi que la démonstration de la maîtrise des coûts. La protection des ressources

aquifères fait partie des préoccupations majeures de l'ONDRAF et les études en cours à ce sujet seront poursuivies et développées selon les besoins.

Les principaux axes de RD&D et leurs objectifs peuvent se résumer comme suit. Ils sont développés dans le programme de RD&D actuellement en cours de rédaction par l'ONDRAF, qui sera publié. Ce programme identifie les priorités de RD&D en vue de l'établissement du premier dossier de sûreté et de faisabilité (SFC1 — voir aussi section 9.2), tout en indiquant déjà les thèmes de RD&D à plus longue échéance.

8.1.6.1 Dépôt géologique dans l'Argile de Boom

■ *Pour la formation hôte :*

- ▶ Fixation des perturbations acceptables (thermiques, hydrauliques, mécaniques, chimiques, ...) dans l'Argile de Boom. (Ceci inclut la prise en considération des perturbations indirectes induites par la présence de certains composés dans les matériaux utilisés pour la fabrication des barrières ouvragées.)
- ▶ Evaluation des perturbations générées dans l'Argile de Boom par la production de gaz après fermeture du dépôt (et analyse des impacts sur la conception de l'installation de dépôt).
- ▶ Confirmation, par l'expérience PRACLAY *in situ*, de la capacité de l'Argile de Boom et des revêtements des galeries à supporter la charge thermique imposée par les déchets chauffants, cette charge étant un des transitoires les plus importants qu'auront à subir l'installation de dépôt et la formation hôte. PRACLAY devrait conforter les résultats obtenus par des tests *in situ* à petite échelle et permettre d'étayer la confiance dans les modèles, leurs hypothèses de base et leurs prédictions. Ce test, d'échelle décimétrique et d'une durée de dix ans, a été conçu pour être indépendant du design des barrières ouvragées ainsi que du type de déchets chauffants. Les résultats relatifs à la phase initiale de chauffe, durant laquelle le gradient thermique sera le plus important, devraient être disponibles en 2013–2014.
- ▶ Compréhension fine des phénomènes de piégeage des radionucléides et des contaminants chimiques par l'Argile de Boom.
- ▶ Evaluation de la compatibilité d'utilisations prévisibles du sous-sol (exploitation, y compris captage d'eau potable, exploration, ...) avec la présence d'un dépôt géologique dans l'Argile de Boom.
- ▶ Confirmation de la stabilité à long terme de la géologie de l'Argile de Boom en termes de profondeur, d'épaisseur, d'homogénéité et de continuité latérale de l'Argile de Boom.
- ▶ Confirmation de la stabilité à long terme de la géologie de l'Argile de Boom en cas de séismes et de changements climatiques.

■ *Pour les déchets :*

- ▶ Vérification que les nouveaux types de déchets dont la production peut être prévue (par exemple, des combustibles irradiés présentant des taux de combustion plus élevés qu'actuellement) ne soulèvent pas de questions nouvelles par rapport à celles déjà prises en compte dans les études.
- ▶ Affinement de la compréhension de la durabilité des matrices de verre et d'UO₂ en milieu cimentaire.

- ▶ Amélioration de la connaissance des caractéristiques des combustibles irradiés en tenant compte de leur évolution intrinsèque durant la période d'entreposage nécessaire à leur refroidissement et prise en compte de cette évolution dans les études relatives à leur conditionnement et à leur post-conditionnement.
 - ▶ Confirmation de la compatibilité des matrices bitumes avec l'Argile de Boom. Le gonflement des déchets bitumés Eurochemic et les surpressions qui en découlent sont en effet importants.
- *Pour les installations :*
- ▶ Démonstration de chacune des étapes de fabrication et de manutention des superconteneurs et monolithes et vérification des besoins en armatures (y compris en cas de chute).
 - ▶ Définition des exigences relatives aux scellements des galeries et des puits et affinement de la stratégie de scellement à mettre en œuvre (en tenant compte d'une éventuelle période de récupérabilité).
 - ▶ Fixation des exigences opérationnelles en matière de présence de gaz pendant la mise en dépôt et analyse des impacts sur la conception de l'installation de dépôt (par exemple, sur la ventilation), y compris des barrières ouvragées.
 - ▶ Application pratique de la réglementation en matière de sécurité et de *safeguards*.
- *Pour les conditions à la réalisation d'un dépôt :*
- ▶ Analyse, sous les angles scientifique et technique, et de sûreté et financier, dans le cadre de la concertation sociétale à mettre en place (section 9.4), des conditions à la réalisation d'un dépôt géologique en termes de contrôlabilité du dépôt (durant son exploitation, lors de sa fermeture progressive et, éventuellement, après fermeture), de récupérabilité des déchets mis en dépôt et de transfert des connaissances (y compris la mémoire de l'emplacement du dépôt), afin de définir leurs objectifs, portées et limitations respectives et de pouvoir les intégrer au projet de dépôt, le cas échéant en initiant des actions de RD&D complémentaires.
- *Pour les évaluations de sûreté et d'impact sur l'environnement :*
- ▶ Evaluation de la sûreté opérationnelle.
 - ▶ Affinement des méthodologies de gestion des incertitudes dans les évaluations de la sûreté radiologique du système de dépôt géologique et les évaluations de son impact sur l'environnement.
 - ▶ Affinement des évaluations de la sûreté radiologique du système de dépôt selon un éventail de scénarios (et leurs variantes). Ces évaluations doivent notamment permettre de s'assurer que la qualité des ressources en eau n'est pas mise en péril par la présence du dépôt.
 - ▶ Affinement des évaluations de l'impact des contaminants chimiques relâchés par le système de dépôt de manière à s'assurer, en particulier, que cet impact ne met pas en péril la qualité des ressources en eau et, plus généralement, qu'il n'affecte pas de façon inacceptable l'environnement du système de dépôt, y compris l'environnement de surface, et l'homme.
 - ▶ Affinement des évaluations de l'impact de l'augmentation de la température sur les conditions physico-chimiques et les processus souterrains

(écoulements, ...), la diversité biologique, la flore, la faune et l'élévation du sol.

- ▶ Affinement des évaluations de la fiabilité des modèles et des simulations.
- ▶ Intégration de l'ensemble des arguments relatifs aux différents composants du système de dépôt sur lesquels repose la sûreté du système et jugement quant à la confiance que l'on peut avoir dans cette sûreté.

■ *Pour l'optimisation du système de dépôt :*

L'optimisation du système de dépôt doit

- ▶ porter sur le système de dépôt *dans son ensemble*, afin d'éviter que l'optimisation d'une partie du système ne conduise à une diminution de la protection assurée par l'ensemble du système ;
- ▶ tenir compte à la fois des objectifs de *sûreté* à atteindre *et des facteurs socio-économiques* pertinents, de manière à permettre d'aboutir à une solution technique optimale qui soit aussi acceptable du point de vue socio-économique, *sans pour autant que la prise en compte des facteurs socio-économiques se fasse au détriment de la sûreté.*

Le processus d'optimisation du système de dépôt portera essentiellement sur le design de l'installation de dépôt, y compris les barrières ouvragées, et se fera en concertation avec l'AFCN (voir notamment [55, 147, 148]).

La façon d'intégrer le processus de *choix d'un site d'implantation* adéquat dans le processus d'optimisation devra inévitablement tenir compte de manière significative des facteurs sociétaux (voir aussi Cadre 18 à la section 9.2.3).

8.1.6.2 Dépôt géologique dans les Argiles Yprésiennes

Dans la mesure où les Argiles Yprésiennes présentent des caractéristiques comparables à celles de l'Argile de Boom, il est raisonnable de faire l'hypothèse que la stratégie de sûreté développée pour la mise en dépôt géologique dans l'Argile de Boom peut être appliquée à la mise en dépôt géologique dans les Argiles Yprésiennes, que le même type de design d'installation souterraine peut être utilisé et que la plupart des connaissances relatives à l'Argile de Boom sont valables pour les Argiles Yprésiennes. La stratégie de sûreté procède d'une approche itérative, qui permet donc d'effectuer des adaptations par étapes si nécessaire.

Par conséquent, et en guise de point de départ, les acquis scientifiques, techniques et de sûreté applicables à la mise en dépôt géologique dans l'Argile de Boom ont été transférés tels quels à la mise en dépôt géologique dans les Argiles Yprésiennes. L'évaluation systématique en cours des Argiles Yprésiennes doit apporter une réponse aux questions suivantes.

- Dans quelle mesure les connaissances développées pour un dépôt dans l'Argile de Boom sont-elles transférables telles quelles à un dépôt dans les Argiles Yprésiennes (par exemple, l'effet des évolutions climatiques attendues) ?
- Dans quelle mesure les connaissances relatives à un certain nombre de paramètres de base comme la minéralogie ou la chimie de l'eau interstitielle (par exemple, l'auto-scellement, qui est notamment contrôlé par la présence d'argiles gonflantes) sont-elles transférables de l'Argile de Boom aux Argiles Yprésiennes ?

- Dans quelle mesure des études détaillées doivent-elles être lancées pour déterminer des paramètres spécifiques aux Argiles Yprésiennes ou développer des modèles qui leur sont spécifiques (par exemple, des paramètres géomécaniques spécifiques pour évaluer la faisabilité du creusement) ?

Les résultats actuels des études en cours suggèrent que l'accent devra sans doute être mis sur la faisabilité du creusement, l'origine et l'impact des discontinuités structurelles, la détermination de la conductivité thermique, la détermination du contexte hydrogéologique, l'amélioration de la connaissance de la composition de l'eau interstitielle et l'impact possible d'une éventuelle hétérogénéité verticale.

Les résultats des études complémentaires et des calculs d'orientation permettront de déterminer si la stratégie de sûreté doit être adaptée ou s'il est possible d'effectuer une première évaluation des Argiles Yprésiennes en tant que formation hôte potentielle. Le programme de RD&D relatif aux Argiles Yprésiennes sera alors développé et adapté sur la base des résultats de cette évaluation.

Les acquis actuels suggèrent qu'il ne sera pas nécessaire de construire un laboratoire souterrain dans les Argiles Yprésiennes. Si les résultats de la recherche et des évaluations à venir conduisent à maintenir l'alternative des Argiles Yprésiennes ouverte jusqu'à un stade avancé du processus décisionnel et que la décision est prise de construire une installation de dépôt final dans les Argiles Yprésiennes, on pourra le cas échéant construire une installation souterraine de caractérisation, autrement dit une installation de recherche située sur le site de la future installation de dépôt.

8.1.7 Coût de la RD&D

Le coût total des activités de RD&D relatives à la mise en dépôt géologique en Belgique, y compris les coûts du laboratoire souterrain, est estimé pour la période 1974–2014 à environ 360 MEUR₂₀₀₈, soit environ 9 MEUR par an.

Le coût des activités futures de RD&D sera largement déterminé par la portée exacte de la future décision de principe et les éventuelles demandes sociétales complémentaires. Ainsi, si la solution du dépôt géologique dans les Argiles Yprésiennes doit faire l'objet d'études très détaillées, un effort substantiel, approximativement équivalent à l'effort annuel actuel en RD&D sur l'Argile de Boom, sera nécessaire. Pourraient s'y ajouter à terme les investissements requis pour le creusement d'une installation souterraine de caractérisation. (Ces investissements sont difficiles à chiffrer vu les incertitudes quant à la faisabilité de constructions minières dans des argiles peu indurées et gonflantes à 300 ou 400 mètres de profondeur.) L'investissement total à consentir en RD&D serait néanmoins vraisemblablement moindre pour les Argiles Yprésiennes que pour l'Argile de Boom, vu les acquis considérables relatifs à celle-ci.

8.2 Dans une installation unique

Les déchets de catégorie B et les déchets de catégorie C doivent, selon l'ONDRAF, être gérés à long terme dans le cadre d'une solution de gestion — le dépôt géologique — qui, d'une part, leur est commune, car le risque qu'ils présentent à long terme s'étend sur des échelles de temps comparables, soit plusieurs dizaines à plusieurs centaines de

milliers d'années, et, d'autre part, est réalisée sur un seul site, car leurs volumes respectifs sont tels que des installations distinctes ne peuvent se justifier. Un dépôt géologique peut toutefois être conçu et exploité de manière telle que des déchets de caractéristiques différentes soient placés dans des sections distinctes du dépôt, éventuellement de façon séquentielle (voir aussi section 10.2.5).

8.3 Sur le territoire belge

L'ONDRAF estime que les déchets B&C (comme du reste les autres déchets dont il a la charge) doivent être gérés dans un cadre national, donc sur le territoire belge. Dans la mesure où la Belgique a fait le choix dans le passé de recourir à l'énergie nucléaire pour la production d'une part importante de son électricité et que le cycle du combustible nucléaire est directement (exploitation) ou indirectement (démantèlement) à l'origine de la production de la majeure partie des déchets radioactifs belges, c'est en effet à la Belgique qu'il revient d'assurer la gestion de ses déchets radioactifs. (Actuellement, plus de 50 % de l'électricité produite en Belgique est d'origine nucléaire, ce qui selon l'AIEA place la Belgique au troisième rang mondial, après la France et la Slovaquie, eu égard à la part de l'énergie nucléaire dans la production nationale totale d'électricité [149].) Le choix d'une politique de gestion nationale est toutefois compatible avec l'établissement de collaborations internationales, ce que l'ONDRAF a toujours fait et continuera à faire.

La position de l'ONDRAF est dans la ligne des recommandations et réglementations en vigueur au niveau international, qui mettent en avant la responsabilité nationale des Etats pour la gestion de leurs déchets radioactifs. Elle a notamment été reprise dans le préambule de la Convention commune de 1997, elle-même transposée dans le cadre légal et réglementaire belge en 2002 [7].

« vi) Réaffirmant que c'est à l'Etat qu'il incombe en dernier ressort d'assurer la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs ; »

« xi) Convaincues que les déchets radioactifs devraient, dans la mesure où cela est compatible avec la sûreté de la gestion de ces matières, être stockés définitivement dans l'Etat où ils ont été produits, tout en reconnaissant que, dans certaines circonstances, une gestion sûre et efficace du combustible usé et des déchets radioactifs pourrait être favorisée par des accords entre Parties contractantes pour l'utilisation d'installations situées dans l'une d'entre elles au profit des autres Parties, en particulier lorsque les déchets résultent de projets communs ; »

Plusieurs pays s'inscrivent déjà activement dans cette logique : ils ont pris une décision de principe en faveur de la mise en dépôt géologique sur leur territoire national de leurs déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie, voire sont sur le point d'entamer la construction d'un tel dépôt (Cadre 10 à la fin de la section 5.2.3), et, parmi eux, plusieurs ont simultanément interdit la mise en dépôt de déchets étrangers sur leur territoire, cette interdiction étant dans ces pays une condition *sine qua non* à l'acceptabilité sociétale d'une solution de dépôt nationale.

Par ailleurs, même s'il est possible, et même probable, que des installations de dépôt géologique partagées (ou dépôts régionaux) deviendront disponibles dans l'avenir au niveau européen ou au niveau international, cette perspective est actuellement trop vague pour pouvoir être prise en compte d'une quelconque manière pour définir une

politique de gestion concrète. Ainsi, le rapport de synthèse de la troisième réunion d'examen des parties contractantes à la Convention commune, qui s'est tenue en mai 2009, indique que la question des dépôts partagés n'enregistre pas de progrès concrets [73].

« 20. Plusieurs parties contractantes dotées de petits programmes nucléaires ou de programmes limités de gestion des déchets ont évoqué la question des dépôts régionaux. Aucun progrès concret n'a toutefois été réellement accompli jusqu'ici. On estime que le renforcement de la coopération entre les parties contractantes faciliterait les progrès sur cette importante question. »

Bien que permettant des économies d'échelle, la solution d'un dépôt partagé soulève aussi plusieurs questions, dont les principales sont les difficultés juridiques liées notamment à la définition des obligations des parties (maintien des responsabilités propres aux déchets nationaux, réciprocité, etc.) et aux mouvements transfrontières de déchets. Des points de vue de la sûreté, des principes éthiques, de l'approche de réalisation ainsi que des fondements scientifiques et techniques, le développement d'un dépôt géologique partagé impose par ailleurs les mêmes exigences qu'un dépôt national, voire des exigences plus strictes, liées par exemple à la variété des déchets à prendre en compte ou aux difficultés de sélection d'un site.

Enfin, la perspective d'une solution partagée ne réduit en rien la nécessité pour chaque pays de disposer d'un plan national de gestion de ses déchets radioactifs ainsi que des ressources humaines et financières nécessaires pour le mettre en œuvre, y compris un programme de RD&D et un système de financement. Les pays participant au développement d'un dépôt partagé doivent en effet être en mesure d'y contribuer en termes tant scientifiques et techniques que financiers et ne peuvent exclure l'éventualité d'un échec de l'entreprise, qui les conduirait à devoir quand même recourir à une solution de gestion nationale. Du principe de réciprocité découle en outre que tout pays partie à un accord multinational portant sur la réalisation d'un dépôt partagé est susceptible d'accueillir sur son sol l'ensemble des déchets concernés des pays parties à cet accord.

8.4 Dans les meilleurs délais

Prenant en compte tant les impératifs de bonne gestion que les principes éthiques d'équité intra- et intergénérationnelle, l'ONDRAF estime qu'un dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) doit être opérationnel dans les meilleurs délais, le rythme de développement et de réalisation de la solution devant être proportionné à sa maturité scientifique et technique ainsi qu'à son assise sociétale. Compte tenu des contraintes scientifiques, techniques, sociétales et réglementaires à prendre en compte, ceci n'est a priori pas envisageable avant 2035–2040. Cette nécessité se justifie très largement de la même manière que la nécessité d'une décision de principe à brève échéance (section 5.2). Elle est donc argumentée ci-après de manière synthétique :

- sous l'angle de la *gestion efficiente des déchets* :
 - ▶ l'absence d'une installation de dépôt géologique susceptible de recevoir les déchets B&C ne permet pas à l'ONDRAF d'assurer sa mission de service public dans son intégralité et de fermer ainsi son système de gestion pour ces déchets ;

- ▶ tout report injustifié de réalisation augmente inutilement les coûts de gestion des installations d'entreposage (contrôles et entretiens des installations, réemballages ou reconditionnements éventuels des déchets, ...) ;
- sous l'angle de l'application du principe du *pollueur payeur* :
 - ▶ sans installation de dépôt géologique effectivement construite et exploitée, le coût réel de mise en dépôt ne pourra être correctement établi et répercuté sur les producteurs par l'ONDRAF et plus le temps passe, plus nombreux seront ceux qui auront fini de livrer des déchets à l'ONDRAF et sur lesquels il sera donc très difficile, voire impraticable, de répercuter d'éventuelles augmentations des coûts de gestion via des augmentations des charges estimées de la gestion de leurs déchets : les ajustements pourraient alors devoir être mis à charge des producteurs restants et/ou de l'Etat belge, et donc du citoyen, ce qui dans les deux cas contreviendrait au principe du *pollueur payeur* ;
- sous l'angle de la *continuité des connaissances* :
 - ▶ tout report de réalisation rend plus difficile le maintien de la continuité de l'expertise et du savoir-faire nationaux, en particulier en matière de connaissance des déchets et de RD&D, or cette continuité est un facteur qui contribue de façon essentielle à la sûreté de la solution développée et de sa réalisation ;
- sous l'angle de l'*éthique intragénérationnelle* :
 - ▶ tout report de réalisation prolonge la situation d'incertitude dans laquelle se trouvent les communes sur le territoire desquelles les déchets sont actuellement entreposés à titre provisoire, mais pour une durée indéterminée ;
- sous l'angle de l'*éthique intergénérationnelle* :
 - ▶ tout report de réalisation augmente le poids de la responsabilité de la gestion, y compris l'ensemble des charges associées, transférée aux générations futures.

L'échéance envisagée pour le début de l'exploitation d'un dépôt géologique, soit a priori 2035–2040 au plus tôt, doit notamment permettre d'effectuer la RD&D encore nécessaire et permet de continuer à suivre les évolutions relatives à des pistes de gestion examinées dans le Plan Déchets mais non retenues (sections 7.2.1.2 et 7.2.2).



9 Développer et réaliser le dépôt géologique dans le cadre d'un processus décisionnel intégrateur

C'est dans le cadre du programme consacré à la gestion à long terme des déchets de catégorie A que l'ONDRAF a développé, au milieu des années nonante, une vision innovante pour l'époque quant à la nécessité d'intégrer de façon équilibrée les aspects scientifiques et techniques et les aspects sociétaux dans le développement et la réalisation d'un dépôt final de déchets radioactifs.

La méthodologie de travail participative et le processus décisionnel intégrateur développés dans le cadre du programme relatif aux déchets de catégorie A, qui ont inspiré différents programmes de gestion de déchets radioactifs à l'étranger, ont également progressivement alimenté la réflexion relative au programme B&C. De 1974 jusqu'au milieu des années 2000 en effet, les travaux relatifs à la gestion à long terme des déchets B&C ont accordé une place dominante aux aspects scientifiques et techniques et de sûreté et de protection de l'environnement, tout en ignorant largement les aspects sociétaux, ce qui rendait impossible l'établissement de toute assise sociétale pour la solution de gestion en développement.

L'importance des aspects sociétaux et éthiques dans la gestion à long terme des déchets radioactifs, compte tenu des enjeux de cette gestion, a amené l'ONDRAF à conclure à la nécessité de mettre en œuvre une approche intégrant de façon équilibrée les quatre dimensions, interdépendantes, d'une solution durable de gestion à long terme, à savoir les dimensions environnementale et de sûreté, technique et scientifique, financière et économique, et sociétale et éthique (Cadre 1 à la section 1.2). L'ONDRAF juge une telle approche indispensable quelle que soit la solution de gestion à long terme qui sera réalisée.

La nécessité de donner une place à part entière à la dimension sociétale et éthique dans la gestion à long terme des déchets B&C et la nécessité d'inscrire cette dimension dans un processus décisionnel participatif ont été mises en perspective par l'ONDRAF pour la première fois en 2001 dans le document contextuel [18] du rapport SAFIR 2 (section 8.1.1.2) et ont été reprises dans les conclusions de l'audit du rapport SAFIR 2 effectué sous l'égide de l'AEN. Le rapport d'audit de l'AEN [10] confirmait en effet l'importance à accorder aux aspects sociétaux et la nécessité pour le programme B&C de réfléchir à la structure d'un processus décisionnel et, en particulier, à comment et quand

impliquer davantage les parties prenantes dans ce processus, où l'expression « parties prenantes » peut être définie comme désignant les parties qui ont ou montrent un intérêt dans le projet ou processus ou celles qui jouent un rôle dans le processus. L'AEN a explicité en 2005 sa vision de la notion de processus décisionnel dans le contexte de la gestion des déchets radioactifs comme suit [150] :

« Dans ce nouveau contexte de prise de décision, il est clair que : a) Toute décision importante concernant la gestion à long terme des déchets radioactifs devra être assortie d'une consultation publique approfondie, avec la participation du plus grand nombre de parties prenantes. b) L'opinion publique, particulièrement au niveau local, n'est pas prête à s'engager sur des choix technologiques irréversibles qu'elle cerne mal et qu'elle ne contrôle pas. c) Plusieurs dizaines d'années seront nécessaires pour pouvoir élaborer et mettre en œuvre de nouveaux modes de gestion. Les acteurs en seront donc les générations futures. Ainsi, « décider » ne signifie plus opter pour une seule et unique solution de manière irrévocable. Au contraire, une décision apparaît désormais comme une étape d'un processus plus large dans lequel l'éventail de choix possibles est prudemment étudié pour préserver au mieux la sécurité et le bien-être des générations présentes et futures sans priver ces dernières de leur libre arbitre. »

Ayant reçu en 2004 de sa tutelle, suite à la publication du rapport SAFIR 2 et à son audit international, la mission d'évaluer les différentes stratégies possibles pour la gestion à long terme des déchets B&C et de préparer un dialogue sociétal avec toutes les parties concernées (section 5.2.2), l'ONDRAF a pris différentes initiatives de consultation sociétale en préparation à la rédaction du Plan Déchets et du SEA qui devait l'accompagner en vertu des dispositions de la loi du 13 février 2006. Ces initiatives ont constitué la première amorce d'une approche intégrée des quatre dimensions d'une solution durable pour la gestion à long terme des déchets B&C.

Dans le même esprit, l'ONDRAF a identifié des lignes de force pour le processus décisionnel relatif au développement et à la réalisation progressive de la solution de dépôt géologique qu'il préconise pour la gestion à long terme des déchets B&C (section 9.1), laquelle doit être validée par une décision de principe. Ces lignes de force sont toutefois applicables quelle que soit la solution de gestion qui serait validée. L'ONDRAF a ensuite développé une première ébauche de ce processus prévoyant d'intégrer à terme le dépôt au niveau local (section 9.2), où la notion d'intégration locale est conforme aux dispositions de la loi du 29 décembre 2010. Cette loi permet en effet à l'ONDRAF de prendre les mesures destinées à créer et maintenir l'assise sociétale nécessaire pour assurer l'intégration d'une installation de dépôt final dans une collectivité locale [5].

L'ébauche de processus décisionnel développée par l'ONDRAF, qui commence formellement avec la prise d'une décision de principe, constitue une base de discussion qui doit être enrichie et affinée, voire modifiée, via une concertation avec l'ensemble des parties prenantes, concertation qui débutera sans tarder et qui permettra d'amorcer l'ancrage d'une dynamique participative dans le programme B&C (section 9.4). Le processus décisionnel doit en effet recevoir l'adhésion des parties prenantes pour pouvoir être mis en œuvre. Cette tâche considérable, qui commencera avec l'identification des parties prenantes, doit permettre de répondre aux questions de savoir qui décidera quoi, quand, sur quelles bases et selon quelles modalités. A l'exception des dispositions de la loi du 13 février 2006, il n'existe en effet pas, actuellement, de

système normatif précisant comment franchir les étapes qui séparent une décision de principe en matière de gestion à long terme de déchets radioactifs de la demande de l'autorisation nucléaire indispensable pour pouvoir réaliser la solution de gestion choisie. L'identification des décisions clés à prendre, des parties prenantes concernées aux différentes étapes du processus décisionnel, des rôles et responsabilités respectifs ou encore par exemple des supports documentaires à établir représente un défi considérable.

Le processus décisionnel devrait être repris dans un système normatif nouveau, fournissant une base suffisamment solide et stable à l'ONDRAF et à l'ensemble des acteurs avec lesquels il sera amené à collaborer pour permettre à leurs travaux d'évoluer dans un cadre suffisamment bien balisé (section 9.3).

9.1 Lignes de force du processus décisionnel

L'ONDRAF souhaite qu'outre le fait de posséder un caractère intégrateur, le processus décisionnel relatif au développement et à la réalisation d'une solution de dépôt géologique pour la gestion à long terme des déchets B&C (chapitre 8) présente les lignes de force suivantes :

- progresser par étapes,
- être participatif,
- être adaptable,
- être transparent et crédible,
- assurer la continuité, y compris la continuité des connaissances.

Ces lignes de force ont été identifiées par l'ONDRAF à partir de son expérience de travail en partenariat avec des collectivités locales dans le cadre du dossier catégorie A (Cadre 7 à la section 4.2.3 et Cadre 17 à la section 9.2.2), des recommandations des participants aux initiatives de consultation sociétale qu'il a lancées en 2009–2010 en matière de gestion à long terme des déchets B&C (section 1.2) [30, 31] et des bonnes pratiques observées au niveau international. La traduction concrète de ces lignes de force dans le processus décisionnel et le système normatif à établir fera l'objet de concertations sociétales.

Les bonnes pratiques en matière de processus décisionnels participatifs relatifs à la gestion des déchets radioactifs se retrouvent dans les approches suivies dans la plupart des programmes étrangers de mise en dépôt géologique, qu'il s'agisse de programmes avancés, comme celui du Canada pour la gestion à long terme des déchets des catégories A&B (Cadre 10 à la fin de la section 5.2.3) [80], ou de programmes en phase de développement ou de réorganisation, dans lesquels elles sont reprises sous forme de recommandations (par exemple, [79, 81, 102, 151, 152]).

Les bonnes pratiques observées à l'étranger ont été décrites, analysées et synthétisées dans plusieurs études et/ou au sein de différents groupes de travail au niveau international (Cadre 16), en particulier

- le projet CARL, qui a analysé les conséquences de l'implication de parties prenantes dans un processus décisionnel en vue de la gestion de déchets radioactifs [153] ;

- le *Forum on Stakeholder Confidence (FSC)*, créé sous les auspices de l'AEN, qui vise à faciliter le partage des expériences dans la façon d'aborder la question de la dimension sociétale de la gestion des déchets radioactifs et qui explore les manières d'assurer un dialogue efficace avec le public afin de renforcer la confiance dans les processus décisionnels [150, 154, 155].

L'ONDRAF continue d'assurer, soit directement, soit avec ses partenaires universitaires, un suivi des bonnes pratiques à l'étranger et des recommandations émises au niveau international.

Cadre 16 – Bonnes pratiques observées à l'étranger en matière de processus décisionnels participatifs relatifs à la gestion des déchets radioactifs

Principaux enseignements du projet CARL [153]. Il faut

- accorder suffisamment d'importance à l'élaboration des processus participatifs et à leur facilitation, en évitant en particulier de reproduire tels quels des modèles participatifs « importés », dans la mesure où chaque pays se caractérise par des variables contextuelles (culturelles, sociétales, techniques ou légales par exemple) spécifiques, susceptibles d'affecter le déroulement des processus participatifs ;
- allouer suffisamment de moyens financiers et de temps aux processus participatifs et clairement définir la période où chaque partie prenante est impliquée et l'ampleur de l'implication attendue de sa part ;
- accorder suffisamment d'attention au fait de développer les connaissances et les compétences des parties prenantes ;
- garantir la transparence et un retour d'information adéquat vers les parties prenantes ;
- assurer une représentation correcte des groupes affectés de la population ;
- tenir compte de l'existence dans la population de positionnements multiples par rapport à la gestion des déchets radioactifs.

Principaux enseignements de l'étude du FSC à propos de l'évolution et des pratiques actuelles en matière de partenariats dans treize pays [155]. Cette étude montre que d'importantes modifications sont intervenues au cours de la décennie écoulée dans la participation des citoyens à la résolution de problématiques relatives à la gestion des déchets radioactifs :

- évolution du transfert d'information vers les communautés locales et de la consultation de ces dernières vers une approche de partenariat, autrement dit évolution d'une implication symbolique vers une influence réelle des citoyens ;
- évolution du rôle des communautés locales qui, de passif, devient actif ;
- développement d'un large éventail de formats administratifs pour la collaboration ;
- reconnaissance de la nécessité et de la légitimité des mesures d'octroi d'un certain pouvoir à la communauté et d'avantages socio-économiques ;
- émergence de nouveaux idéaux et de nouvelles bases pour la collaboration, notamment l'apprentissage mutuel, l'apport de valeur ajoutée à la communauté et/ou région d'accueil et le développement durable.

9.1.1 Progresser par étapes

Tout comme de nombreuses instances responsables de la gestion de déchets radioactifs à l'étranger, l'ONDRAF a opté pour le développement et la réalisation par étapes de la solution de dépôt géologique qu'il préconise. Avant qu'une installation de dépôt ne soit dans sa forme définitive, après placement de tous les déchets et fermeture de toutes les

galeries de dépôt ainsi que de toutes les galeries et puits d'accès, il faudra en effet franchir une série d'étapes et prendre une série de décisions, qui s'étaleront a priori sur une durée de l'ordre de cent ans depuis la prise d'une décision de principe jusqu'à la fermeture complète du dépôt.

Concrètement, le trajet vers l'objectif ultime de fermeture complète du dépôt, au terme de son exploitation et d'une éventuelle période de contrôles *in situ*, est scindé en une succession d'étapes visant chacune à atteindre un objectif intermédiaire (Figure 44). Chaque étape de ce trajet sera clôturée par une décision dite « décision clé », relative à cet objectif intermédiaire, qui sera prise par une ou des autorités compétentes sur la base d'un argumentaire s'appuyant sur l'état des connaissances en matière de sûreté, de protection de l'environnement et de faisabilité, ainsi que sur des considérations relatives aux préoccupations et souhaits émanant de la société, soit plus généralement sur la base d'une approche intégrée de l'ensemble des dimensions constitutives d'une solution durable de gestion. Cette décision pourra prendre différentes formes, par exemple le choix d'un site d'implantation pour le dépôt ou une autorisation accordée par l'AFCN dans le cadre de la construction du dépôt, de son exploitation ou de sa fermeture (section 9.2). Chaque nouvelle étape débutera quant à elle par une évaluation du programme et du prochain objectif intermédiaire en fonction de la décision clé qui aura clôturé l'étape précédente.

Le caractère par étapes du processus décisionnel permet de prendre en compte les évolutions (scientifiques, techniques, sociétales, réglementaires, ...) susceptibles d'intervenir au cours du développement et de la réalisation de la solution de dépôt géologique (section 9.1.3).

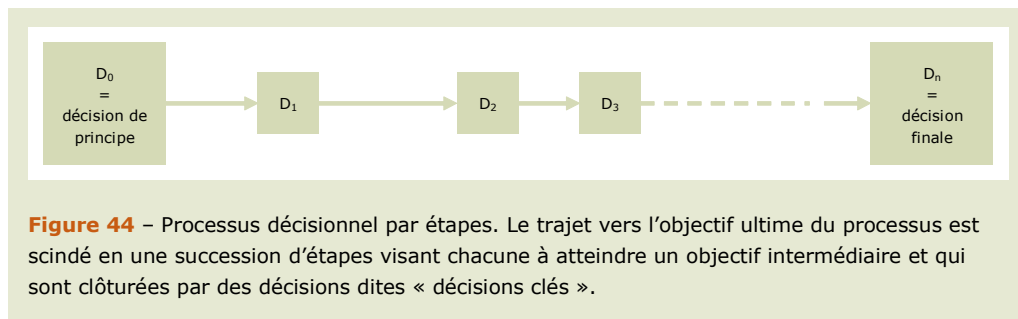


Figure 44 – Processus décisionnel par étapes. Le trajet vers l'objectif ultime du processus est scindé en une succession d'étapes visant chacune à atteindre un objectif intermédiaire et qui sont clôturées par des décisions dites « décisions clés ».

9.1.2 Etre participatif

Compte tenu des enjeux sociétaux de la gestion à long terme des déchets radioactifs, le processus décisionnel devra être participatif, c'est-à-dire donner voix au chapitre à l'ensemble des parties prenantes, où l'expression « parties prenantes » peut être définie comme désignant les parties qui ont ou montrent un intérêt dans le projet ou processus ou celles qui jouent un rôle dans le processus. Elle désigne donc notamment les producteurs de déchets, les autorités de sûreté et de protection de l'environnement, les autorités communales, provinciales et régionales, les communautés locales, le public en général, le monde scientifique, les organisations professionnelles, les organisations non gouvernementales, l'ONDRAF et, si le projet est susceptible d'avoir des incidences environnementales transfrontières non négligeables, des acteurs étrangers. La participation, quant à elle, peut prendre différentes formes selon l'objectif visé, comme

c'est par exemple le cas dans les partenariats locaux que l'ONDRAF a instaurés dans le cadre du programme de gestion à long terme des déchets de catégorie A (Cadre 7 à la section 4.2.3).

Chaque étape du processus décisionnel, qui sera clôturée par une décision clé prise par une ou des autorités compétentes, sera elle-même divisée en plusieurs sous-étapes (Figure 45). Durant chaque sous-étape, les parties prenantes s'approprient la thématique considérée dans un cadre participatif et se forment une opinion, qui débouchera sur une conclusion et une décision intermédiaire, qui constitueront l'une des bases sur lesquelles pourront se fonder la ou les autorités compétentes pour prendre la décision clé demandée.

Un processus décisionnel participatif a notamment été défini comme étant un « *mode d'élaboration d'une politique selon lequel une autorité implique à un stade aussi précoce que possible des citoyens, des organisations de la société, des entreprises et/ou d'autres autorités afin de parvenir avec eux, via un mode interactif et/ou collaboratif ouvert, à préparer, définir, mettre en œuvre et/ou évaluer la politique* » [traduction de l'ONDRAF] [156]. Un processus décisionnel participatif octroie donc un espace aux parties prenantes afin qu'elles établissent leur propre définition du problème et développent leur vision de la solution à y apporter. En ce sens, la consultation sociétale sur l'initiative de l'ONDRAF et la consultation du public organisée dans le cadre de la procédure légale de consultation imposée par la loi du 13 février 2006 constituent les prémices d'un processus décisionnel participatif (section 1.2).

En pratique, les parties prenantes et le type de processus participatif varieront selon l'étape considérée du processus, voire même selon la sous-étape de l'étape en cours. Ainsi, la prise d'une décision de principe est du ressort du gouvernement, l'identification de sites de dépôt potentiels devra notamment impliquer des représentants des communautés locales concernées et c'est à l'AFCN et aux autorités compétentes en matière de protection de l'environnement qu'il reviendra, dans le cadre de la procédure de demandes d'autorisations du dépôt géologique, de se prononcer sur le degré de sûreté et de protection assuré par le système de dépôt développé et d'autoriser sa réalisation (voir aussi section 9.3).

Un certain renouvellement des personnes impliquées sera nécessaire pour assurer la continuité du processus décisionnel, du fait de sa très longue durée.

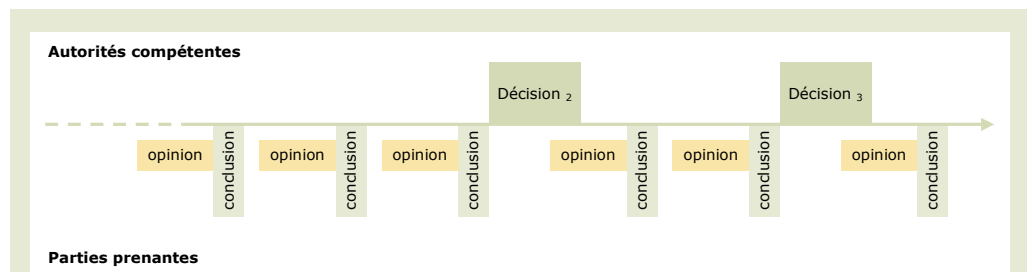


Figure 45 – Processus décisionnel par étapes et participatif. Durant chaque sous-étape, les parties prenantes se forment une opinion, qui débouche sur une conclusion et une décision intermédiaire, qui constituent l'une des bases sur lesquelles peuvent se fonder les autorités compétentes pour prendre la décision clé demandée.

En tant que gestionnaire des déchets radioactifs en Belgique, l'ONDRAF est l'initiateur légitime d'un processus devant conduire à la réalisation d'un dépôt géologique. L'ONDRAF considère néanmoins qu'étant un des acteurs importants, il n'est pas le mieux placé pour organiser ou accompagner des processus participatifs. Il souhaite dès lors confier l'organisation et l'accompagnement de ces processus à des spécialistes. Un suivi par un organe d'accompagnement indépendant, garanti institutionnellement, lui paraît offrir la meilleure garantie pour le bon déroulement des processus participatifs.

Selon des analyses indépendantes de la consultation sociétale organisée par l'ONDRAF en préparation à l'élaboration du Plan Déchets et du SEA [157, 158], la participation du public ne peut en effet être limitée aux consultations prévues dans le cadre de la procédure légale existante relative à l'évaluation des incidences environnementales, mais il est préférable que l'ONDRAF ne contrôle pas directement les processus participatifs à mettre en place.

9.1.3 Etre adaptable

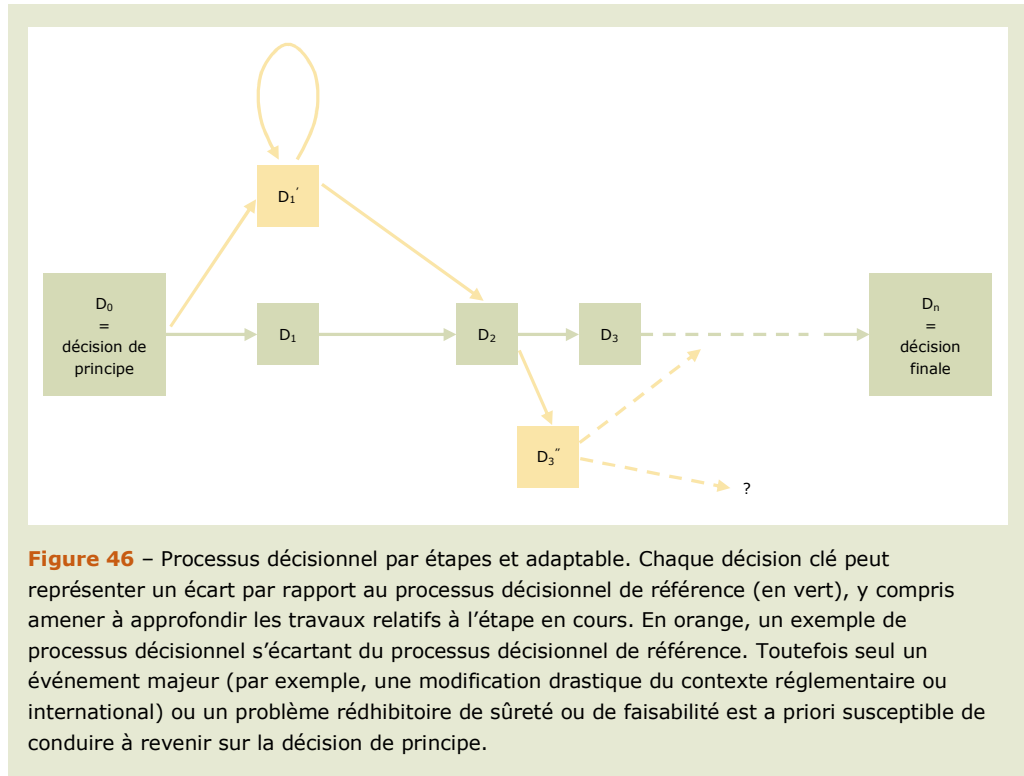
Etant donné que le processus décisionnel allant de la prise d'une décision de principe en faveur d'une solution de dépôt géologique jusqu'à la fermeture complète du dépôt s'étendra sur une durée de l'ordre de cent ans, il devra être adaptable. Il devra en effet pouvoir prendre en compte les développements scientifiques et techniques, les résultats des évaluations de sûreté et d'incidences sur l'environnement, les impératifs de maîtrise des coûts ainsi que les évolutions sociétales, légales et réglementaires, tout en conservant sa dynamique (Figure 46). Ces évolutions pourraient notamment entraîner la révision de certaines conditions relatives à la réalisation du dépôt.

Le processus décisionnel devra aussi être adaptable pour permettre de modifier des décisions antérieures. C'est l'*adaptabilité* du processus décisionnel, aussi parfois appelée « réversibilité » [159] ou « flexibilité » du processus décisionnel à l'étranger. La décision de principe ne sera toutefois a priori revue qu'en cas d'événement majeur (par exemple, une modification drastique du contexte réglementaire ou international) ou de problème rédhibitoire de sûreté ou de faisabilité.

En pratique, une importance croissante est attachée au niveau international à la prise en compte de l'adaptabilité du processus décisionnel et de la récupérabilité des déchets lors du développement d'une installation de dépôt et la planification de la mise en dépôt (voir aussi section 8.1.3.1). Les raisons de telles exigences sont de nature tant technique que sociétale (voir par exemple [136, 137, 138]). Ce sont notamment les suivantes.

- Prévoir de l'adaptabilité durant tout le processus décisionnel permet de progresser de façon prudente vers la réalisation d'une solution à vocation définitive pour la gestion des déchets radioactifs.
- Toutes les manipulations des conteneurs de déchets doivent pouvoir être inversées (avec des moyens identiques ou comparables à ceux utilisés pour leur mise en place) pendant la phase de mise en dépôt des déchets, de manière à éviter une situation irréversible en cas d'incident ou d'accident.
- Les avancées techniques et scientifiques des prochaines décennies permettant d'améliorer la solution de dépôt géologique (techniques de conditionnement des déchets, techniques de mise en dépôt, ...) doivent pouvoir être mises à profit par les générations futures.

- Les générations futures pourraient souhaiter récupérer les combustibles irradiés mis en dépôt afin d'en extraire les matières fissiles qu'ils contiennent encore pour les recycler.



Une approche par étapes et adaptable [151] implique en particulier que chaque nouvelle étape du processus décisionnel débute par une analyse des implications de la décision clé qui a clôturé l'étape précédente, compte tenu de la décision qui était visée, suivie de la définition d'un cadre de travail adapté à cette nouvelle étape et à la prochaine décision clé à prendre : identification des parties prenantes à impliquer durant la nouvelle étape et définition de leurs rôles et responsabilités respectifs, définition des modalités de consultation et de participation, ou encore par exemple durée escomptée de l'étape, le tout compte tenu du contexte (sociétal, scientifique et technique, réglementaire, ...) dans lequel se déroule l'étape en question.

9.1.4 Etre transparent et crédible

La transparence et la crédibilité du processus décisionnel seront importantes pour établir et maintenir l'assise sociétale souhaitée pour la solution du dépôt géologique. Ainsi, l'ONDRAF s'efforcera de mettre en œuvre les approches suivantes notamment.

- Le processus même devra être complètement documenté (rôles et responsabilités des parties prenantes, rôle de l'organe de suivi indépendant, étapes successives du trajet à parcourir, ...).
- Les données clés et les méthodologies suivies seront soumises aux parties prenantes (autorités, experts, public, ...) tout au long du processus décisionnel et

largement débattues avec elles. L'effort actuel en vue de rendre les informations claires, compréhensibles et accessibles sera intensifié.

- Les acquis scientifiques et techniques seront soumis de façon régulière et systématique à des audits par les pairs [31, 151, 157].
- L'argumentation qui sous-tend l'ensemble des décisions prises devra faire l'objet d'un suivi indépendant.

9.1.5 Assurer la continuité, y compris la continuité des connaissances

Compte tenu de la durée du processus décisionnel, sa continuité sera essentielle, tant pour établir et maintenir une assise sociétale pour la solution du dépôt géologique que pour développer et réaliser cette solution. L'ONDRAF promouvra cette continuité, qui constitue l'un des piliers de son programme B&C.

La continuité du processus décisionnel imposera en particulier

- la continuité des processus participatifs. Les interactions avec la société devront donc être récurrentes et, pour bien faire, être ancrées institutionnellement ;
- la gestion et le transfert des informations et des connaissances, y compris toutes les décisions prises et les raisons (arguments) pour lesquelles elles ont été prises. Tout le processus ainsi que les éléments permettant de passer d'une étape à la suivante devront être clairement documentés, traçables et accessibles.

Un certain renouvellement des personnes impliquées sera nécessaire pour assurer la continuité du processus décisionnel, du fait de sa très longue durée.

9.2 Ebauche de processus décisionnel de référence accompagnant la réalisation progressive de la solution préconisée

L'ébauche de processus décisionnel développée par l'ONDRAF *fait l'hypothèse que la décision de principe qui marquerait le début formel du processus décisionnel confirmera le dépôt géologique dans une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) comme politique institutionnelle de gestion à long terme pour les déchets B&C.* Elle se situe au niveau de la prise de décisions clés par des autorités compétentes au niveau fédéral (gouvernement fédéral, tutelle de l'ONDRAF, AFCN, ...), régional (autorités de protection de l'environnement, gouvernement(s) régional(aux), ...) ou local (communes) au terme d'étapes de travail successives. Elle dépend de la maturité actuelle du système et, se basant sur les éléments actuellement connus de l'ONDRAF, est donc à ce stade essentiellement technique et scientifique. Elle est principalement basée sur les besoins décisionnels en matière

- de poursuite de la RD&D, y compris l'établissement des priorités y relatives ;
- de sélection progressive d'un ou de plusieurs sites potentiels de réalisation d'un dépôt géologique ;
- d'évaluation de la sûreté radiologique et des incidences sur l'environnement ;
- de préparation des différentes demandes d'autorisations à soumettre aux autorités compétentes ;

- de phasage des opérations de mise en dépôt.

L'actuelle ébauche de processus décisionnel constitue une base de discussion qui doit être enrichie et affinée, voire modifiée, via une concertation avec toutes les parties prenantes qui débutera sous peu (section 9.4). Le processus décisionnel doit en effet recevoir l'adhésion des parties prenantes pour pouvoir être mis en œuvre. Il sera encore affiné au fur et à mesure de l'évolution du programme B&C, notamment lors de l'évaluation qui sera faite au début de chaque nouvelle étape, en fonction entre autres de la décision clé qui aura clôturé l'étape précédente et des changements qui seraient intervenus dans le cadre réglementaire (section 9.1.3).

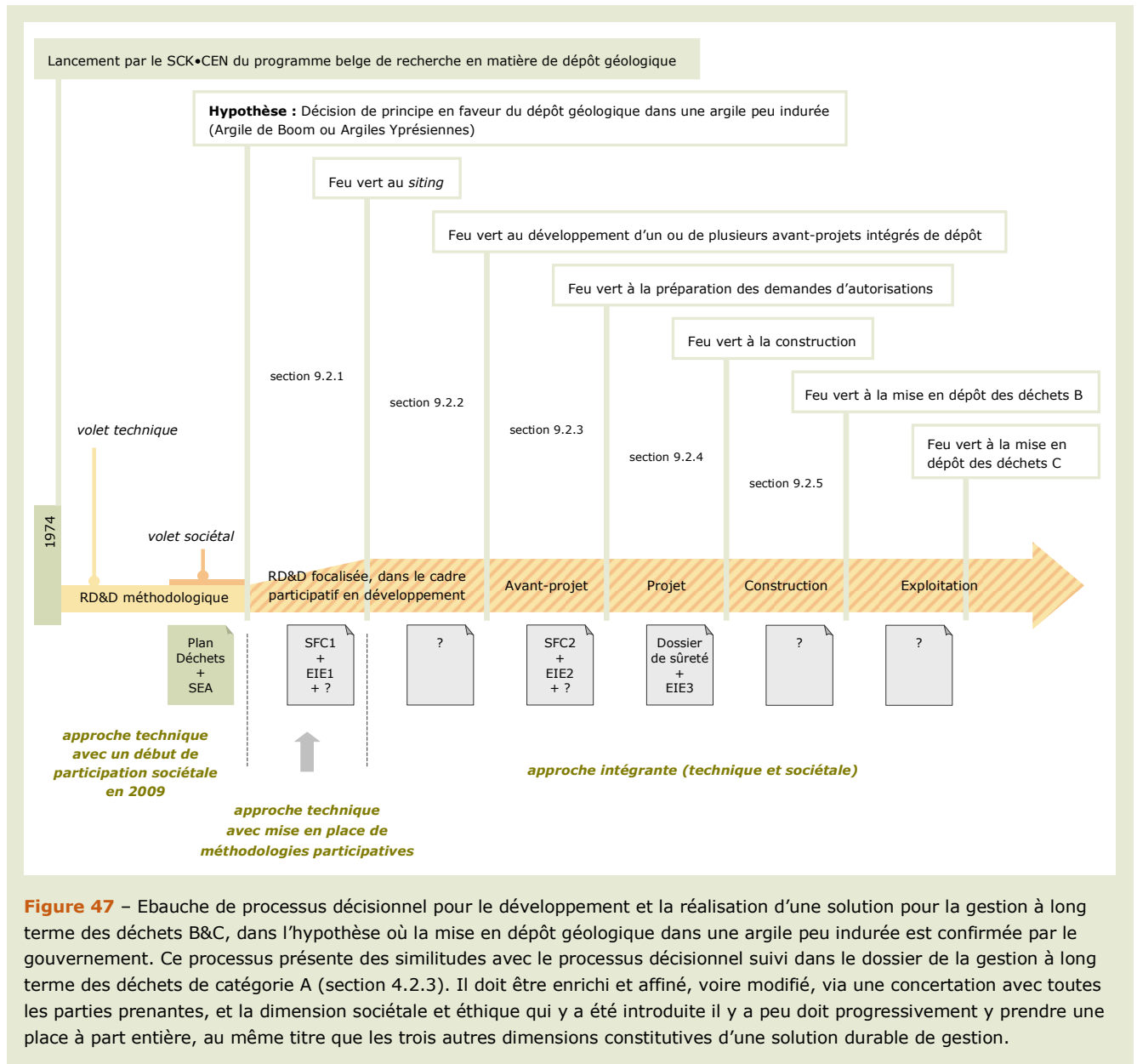
L'ébauche de processus décisionnel associe à la plupart des décisions clés demandées un ou plusieurs supports documentaires relatifs à la sûreté et à la faisabilité de la solution de dépôt en développement ainsi qu'à son impact environnemental (Figure 47). D'autres documents accompagneront le développement et la réalisation de la solution de dépôt, en particulier le programme de RD&D que l'ONDRAF a l'intention de publier périodiquement et qui servira notamment de support aux interactions avec les parties prenantes (section 8.1.6).

- Les *décisions clés* à demander aux autorités compétentes en vue d'aboutir à la réalisation d'un dépôt géologique pour déchets B&C au sein d'une argile peu indurée délimitent une série d'étapes dans le programme B&C. Elles sont relativement indépendantes de son évolution précise. Elles ont été identifiées comme suit :
 - ▶ l'obtention du feu vert au lancement du processus de *siting*, c'est-à-dire du processus devant progressivement conduire à l'identification d'un ou plusieurs sites de dépôt potentiels, au sein d'une ou plusieurs zones géologiques favorables, et *in fine* à la confirmation du choix d'un site unique de dépôt via l'octroi de l'autorisation nucléaire de création et d'exploitation de l'installation développée et des autres permis nécessaires. Quels que soient les résultats du processus de *siting*, ceux-ci sont en effet subordonnés à une évaluation favorable de la solution proposée par les autorités de sûreté et de protection de l'environnement dans le cadre de la procédure de demande d'autorisation du dépôt géologique (section 9.2.1) ;
 - ▶ l'obtention du feu vert au développement d'un ou plusieurs avant-projets intégrés de dépôt dans un cadre participatif (section 9.2.2) ;
 - ▶ le choix du futur site de dépôt et l'obtention du feu vert au passage en phase de projet (section 9.2.3) ;
 - ▶ l'octroi des autorisations et permis requis pour entamer la phase de construction (section 9.2.4) ;
 - ▶ l'octroi des procès-verbaux de réception et autorisations suivants (section 9.2.5).

Chaque étape décisionnelle permettra par ailleurs d'affiner l'évaluation du coût de la mise en dépôt, et donc des tarifs de prise en charge des déchets par l'ONDRAF, et ainsi d'appliquer le principe du *pollueur payeur* sur une base plus concrète.

- Chaque décision clé sera demandée sur la base d'un ou plusieurs *supports documentaires* formellement soumis à la ou aux autorités compétentes pour la décision. Ces supports documentaires seront notamment des supports intégrés de type dossiers de sûreté et de faisabilité ou *safety and feasibility cases* (SFCs), conformément à la pratique internationale et aux recommandations au niveau

international [150, 160], couplés à des évaluations des incidences environnementales (EIE) du système de dépôt au stade de développement atteint. Au début de chaque étape, la nature et l'objectif, et donc le degré de détails, des supports documentaires à établir seront réévalués en fonction de la décision clé prise au terme de l'étape précédente et du stade de maturité scientifique, technique et sociétale du programme. Ces documents seront de plus en plus focalisés sur un site particulier.



Un calendrier indicatif de développement et de réalisation d'un dépôt géologique faisant l'hypothèse d'une mise en dépôt dans l'Argile de Boom et prenant en compte les durées minimales estimées des différentes étapes du processus décisionnel d'un point de vue scientifique et technique conduirait à une mise en dépôt des déchets de catégorie B à

partir de 2035–2040 et à une mise en dépôt des déchets de catégorie C (déchets chauffants) à partir de 2080, compte tenu de la nécessité de laisser refroidir ces derniers en surface durant 60 ans minimum afin d'éviter des perturbations indues de la formation hôte. Ces dates sont volontaristes, dans la mesure où elles ne prennent pas en considération le temps nécessaire par les processus participatifs. Il est en effet impossible de prévoir le temps nécessaire pour que des acteurs sociétaux se familiarisent avec des dossiers techniques complexes aux enjeux multiples, se les approprient dans le cadre d'une dynamique participative et y impriment leur marque.

Le calendrier indicatif de mise en dépôt dans l'Argile de Boom est susceptible de devoir être dilaté, par exemple

- si l'étude des Argiles Yprésiennes est maintenue pour le *siting*,
- si l'Argile de Boom est abandonnée et que les études doivent se focaliser sur les Argiles Yprésiennes uniquement. Dans ce cas, la mise en dépôt des déchets de catégorie B sera retardée d'au moins dix ans. Les Argiles Yprésiennes sont en effet moins bien connues que l'Argile de Boom et cette différence ne pourra être entièrement résorbée par une augmentation, même substantielle, des moyens de recherche.

Selon toute vraisemblance, il s'écoulera de l'ordre d'une centaine d'années entre le début de la construction du dépôt et sa fermeture complète.

Dans la mesure où le processus décisionnel est susceptible d'être freiné si les parties prenantes ne savent pas avec suffisamment de précision sur quelles quantités et quels types de déchets il porte, différentes décisions qui influencent ces quantités mais qui ne sont pas du seul ressort de l'ONDRAF devront aussi être prises en temps utile (section 10.2).

9.2.1 Vers l'obtention d'un feu vert au lancement du processus de *siting*

Si le gouvernement confirme la solution préconisée par l'ONDRAF en tant que politique institutionnelle de gestion à long terme des déchets B&C, l'ONDRAF préparera un premier *safety and feasibility case* (SFC1) destiné à demander aux autorités compétentes leur feu vert au lancement du processus de *siting*.

Le processus de *siting* est un processus par étapes qui comprend notamment,

- l'identification, pour la ou les formations hôtes potentielles retenues, de zones d'étendue régionale où, compte tenu des connaissances du moment, il est raisonnable de penser que la faisabilité et la sûreté d'une installation de dépôt pourront être confirmées ; si ces formations sont des formations argileuses peu indurées, les zones du territoire belge susceptibles d'entrer en ligne de compte pour un dépôt seront situées dans le nord-est et la partie extrême nord de l'ouest de la Belgique ;
- l'identification des conditions ou limitations complémentaires éventuellement applicables, comme des restrictions dans le choix des sites liées à la protection des ressources naturelles exploitables, et en particulier des aquifères, à la présence de zones protégées ou à la présence de zones du sous-sol affectées à des utilisations spécifiques (par exemple le stockage souterrain éventuel de CO₂), ou encore des restrictions liées aux implications des autres plans et programmes en Belgique ;

- le choix éventuel d'une formation hôte de référence ;
- l'appel à candidatures de communautés locales potentiellement intéressées par un dialogue avec l'ONDRAF sur la question de la réalisation éventuelle d'une installation de dépôt géologique sur leur territoire.

Le SFC1 sera consacré à évaluer la sûreté et la faisabilité d'une installation de dépôt au sein d'une ou plusieurs zones délimitées dans l'Argile de Boom et au sein d'une ou plusieurs zones délimitées dans les Argiles Yprésiennes. La partie consacrée à l'Argile de Boom contiendra une analyse détaillée de la possibilité de transférer les acquis du laboratoire souterrain HADES à une ou des zones plus étendues de l'Argile de Boom. La partie consacrée aux Argiles Yprésiennes sera moins détaillée que celle consacrée à l'Argile de Boom. Elle reposera sur une étude approfondie et systématique de la possibilité de transférer les acquis relatifs au dépôt géologique dans l'Argile de Boom aux Argiles Yprésiennes, compte tenu des connaissances relatives aux Argiles Yprésiennes acquises dans le cadre du programme de RD&D qui leur est dédié. Cette étude sera complétée par une évaluation préliminaire de la sûreté. Le SFC1 comportera des aspects environnementaux (EIE1), y compris le cas échéant des aspects transfrontières, et apportera des réponses à des préoccupations sociétales.

Les responsabilités relatives aux décisions demandées sur la base des SFCs devraient être clarifiées dans le système normatif à mettre en place (section 9.3).

9.2.2 Vers l'obtention d'un feu vert au développement d'un ou plusieurs avant-projets intégrés de dépôt

Le développement d'un ou plusieurs avant-projets intégrés de dépôt dans un cadre participatif renvoie à l'intégration de l'avant-projet de dépôt dans un projet plus vaste offrant une valeur ajoutée, économique et sociétale, aux niveaux local et régional. Cette approche présente des similitudes avec celle qui a été suivie dans le cadre du dossier catégorie A (Cadre 7 à la section 4.2.3) mais devra être adaptée au programme B&C. L'approche par (avant-)projets intégrés est par ailleurs conforme aux dispositions de la loi du 29 décembre 2010, qui permet à l'ONDRAF de prendre les mesures destinées à créer et maintenir l'assise sociétale nécessaire pour assurer l'intégration d'une installation de dépôt final dans une collectivité locale (Cadre 2 à la section 2.1).

Différents enseignements importants ont été mis en évidence dans le cadre du dossier catégorie A, qui portent tant sur la phase d'avant-projet, où différents partenariats locaux ont analysé la possibilité d'éventuellement accepter une installation de dépôt sur leur territoire et les conditions à y associer, que sur la phase de projet, où le projet intégré de dépôt choisi par le gouvernement a été et continue à être développé en étroite collaboration avec les communautés locales (Cadre 17).

Le type de document appelé à supporter l'obtention du feu vert au développement d'un ou plusieurs avant-projets intégrés de dépôt doit être déterminé, de même que les responsabilités relatives aux décisions en la matière.

Cadre 17 – Principaux enseignements de l’expérience belge en matière de partenariats locaux [161, 162]

Ces enseignements peuvent être résumés comme suit.

- Le choix d’une politique institutionnelle de gestion à long terme constitue le premier jalon du processus décisionnel qui doit accompagner le développement et la réalisation progressive du type de solution de gestion à long terme choisi.
- La solution de gestion à long terme choisie doit être envisagée comme s’inscrivant dans un projet multidimensionnel offrant une valeur ajoutée pour la région où il sera réalisé.
- L’évaluation et l’étude de la possibilité d’accepter la solution de gestion choisie sur son propre territoire, y compris la définition des conditions y associées, doivent se faire sur base volontaire.
- Les parties prenantes impliquées pendant les différentes étapes du processus décisionnel doivent être représentatives des acteurs sociaux, politiques et économiques les plus directement concernés par l’étape en cours.
- Le cadre et l’organisation du travail doivent offrir suffisamment d’autonomie à la structure participative pour lui permettre d’imprimer sa marque sur le projet.
- Les parties prenantes locales doivent pouvoir s’approprier le projet par la co-conception et le co-développement d’un projet intégré qui crée de la valeur ajoutée pour leur région.
- L’investissement en temps et en énergie attendu de la part de toutes les parties prenantes impliquées dans un processus décisionnel participatif est considérable.
- Le processus décisionnel doit être et rester adaptable, et en particulier prévoir, à chaque étape, l’identification des parties prenantes à impliquer, une définition claire de leurs rôles et responsabilités, en particulier compte tenu de la ou des décisions visées par l’étape en question, et l’alignement de la méthodologie de travail utilisée sur la spécificité de l’étape en cours.
- Les communes situées à proximité d’un site qui a été choisi pour l’implantation d’une installation de dépôt doivent être suffisamment impliquées dans la poursuite du développement du projet intégré et en temps voulu.
- Les conclusions et décisions prises au cours du processus décisionnel doivent être documentées et argumentées.

9.2.3 Vers le choix du futur site de dépôt et l’obtention du feu vert au passage en phase de projet

Ayant obtenu le feu vert nécessaire pour entamer le processus de *siting* et mis en place des structures participatives adéquates, l’ONDRAF poursuivra la RD&D de manière à préparer le choix, par les autorités compétentes, du site du futur dépôt et le feu vert au passage en phase de projet, où la phase de projet est la phase des études détaillées nécessaires pour pouvoir constituer puis introduire les dossiers de demande d’autorisation et de permis requis pour entamer la phase de construction du dépôt.

Plusieurs approches de *siting* sont possibles pour des installations de dépôt. L’analyse des expériences menées en Belgique et à l’étranger permet de dégager quelques enseignements généraux (Cadre 18).

Un deuxième *safety and feasibility case* (SFC2) fournira aux autorités compétentes tous les éléments scientifiques et techniques nécessaires pour leur permettre de choisir en connaissance de cause le site d’implantation du futur dépôt ainsi qu’un avant-projet intégré de dépôt, éventuellement parmi plusieurs variantes, adapté à ce site. Il intégrera en particulier les résultats finaux du test de chauffe PRACLAY. Il s’appuiera sur une évaluation des incidences environnementales (EIE2) de la solution de dépôt développée

pour le ou les sites d'implantation envisagés, y compris les éventuels effets transfrontières, et apportera des réponses à des préoccupations sociétales.

Cadre 18 – Enseignements généraux des expériences de *siting* menées en Belgique et à l'étranger

Ces enseignements peuvent être résumés comme suit.

- L'approche sociétale relative à l'acceptation locale de l'implantation d'une installation de dépôt ne peut être découplée du processus décisionnel dans son ensemble. Le processus de *siting* se trouve à l'intersection des dimensions sociétale et éthique, technique et scientifique, environnementale et de sûreté ainsi que financière et économique.
- Une approche visant à désigner le meilleur site de dépôt possible sur la base de critères de sélection strictement scientifiques ou techniques mène souvent à un blocage, comme l'ONDRAF a pu le constater à ses dépens au début des années nonante, lors de la présélection de sites pour un dépôt en surface de déchets de catégorie A [163]. La recherche d'un site adéquat tant en termes de sûreté et de faisabilité qu'en termes d'acceptabilité sociétale prime donc sur la recherche du « meilleur » site.
- Une approche basée sur une démarche volontaire d'une ou plusieurs communautés locales doit — dans le cas de la mise en dépôt géologique — être couplée à la présélection d'une ou plusieurs formations géologiques et de zones d'étendue régionale où la sûreté et la faisabilité d'une installation de dépôt pourront a priori être garanties.
- L'approche suivie doit permettre aux aspects sociétaux et techniques au sens large d'évoluer en parallèle. En effet, quel que soit le processus participatif choisi, il faudra toujours une série d'étapes scientifiques et techniques pour confirmer progressivement la qualité du ou des sites envisagés et l'adéquation du ou des designs de l'installation de dépôt à ce ou ces sites ainsi que pour évaluer la sûreté du système de dépôt [113].
- Les communautés déjà habituées à la présence d'activités nucléaires (au sens le plus large) sur leur territoire sont souvent plus enclines à envisager de façon positive et pragmatique l'implantation d'une installation de dépôt [153].
- L'implication sociétale se fait principalement au niveau local ou supra-local. Une dynamique d'implication est plus difficile à mettre en place et à maintenir à des niveaux supérieurs.
- Le souhait d'impliquer les communautés locales impose de leur fournir une structure et des ressources leur permettant de participer au processus décisionnel et aux développements techniques de manière indépendante, adéquate et critique.
- Un cadre décisionnel clair doit être fixé dès l'entame du processus de *siting*. L'octroi d'un droit de veto aux communautés locales en constitue souvent une condition *sine qua non*.
- Les projets de dépôt sont fréquemment intégrés dans un cadre plus vaste offrant une valeur ajoutée, économique et sociétale, au niveau local ou supra-local.
- Quels que soient les résultats du processus de *siting*, ceux-ci sont subordonnés à une évaluation favorable de la solution proposée par les autorités de sûreté et de protection de l'environnement.

9.2.4 Vers l'octroi des autorisations et permis requis pour entamer la phase de construction

Une fois choisis le futur site de dépôt et un avant-projet de dépôt adapté à ce site, l'ONDRAF effectuera les études détaillées du système de dépôt et préparera, en concertation avec les parties prenantes, la demande d'autorisation nucléaire de création et d'exploitation de l'installation de dépôt ainsi que les demandes d'autorisations et de permis conventionnels.

Selon le schéma fixé par l'AFCN [140], l'introduction de la demande d'autorisation de création et d'exploitation devra être soutenue par un *dossier de sûreté*, incluant un

rapport de sûreté et une évaluation des incidences environnementales de l'installation prévue sur le site choisi (EIE3, au niveau d'un projet), avec éventuellement des variantes de réalisation, y compris un plan de protection physique et une analyse des *safeguards*. L'octroi des différentes autorisations et permis vaudra confirmation du choix du site de dépôt.

La durée nécessaire aux études détaillées du système de dépôt et à la préparation des demandes d'autorisations et de permis ainsi qu'à leur obtention est estimée à 5 ans minimum.

9.2.5 Vers l'octroi des procès-verbaux de réception et autorisations suivants

Les différents procès-verbaux de réception et les autorisations nécessaires pour les périodes opérationnelle et post-fermeture du dépôt seront demandés et, en principe, octroyés selon le schéma fixé par l'AFCN [140]. Ces procès-verbaux et autorisations seront basés sur les révisions successives du dossier de sûreté de l'installation de dépôt tout au long de sa vie.

La période opérationnelle, qui comprend les phases de construction, d'exploitation et de fermeture, couvrira a priori au moins une centaine d'années.

- La durée de construction du dépôt, à partir de l'obtention de l'autorisation de création et d'exploitation, est estimée à 15 ans.
- Les déchets seraient mis en dépôt en trois groupes :
 - ▶ les déchets de catégorie B issus des passifs nucléaires existants seraient mis en dépôt à partir de 2035–2040 (au plus tôt) ;
 - ▶ les autres déchets de catégorie B seraient mis en dépôt à partir de 2050 (au plus tôt) ;
 - ▶ les déchets de catégorie C, pour lesquels une période de refroidissement de 60 ans minimum en entreposage de surface est nécessaire, seraient mis en dépôt à partir de 2080 (au plus tôt).
- Le rythme auquel fermer complètement l'installation de dépôt afin de la mettre dans un état totalement passif, c'est-à-dire dans un état tel qu'elle assure la protection de l'homme et de l'environnement sans nécessiter d'interventions humaines, devra être fixé par les générations futures. Le report continu de la fermeture complète comporte en effet un risque que l'installation ne soit pas fermée et soit abandonnée telle quelle, par exemple en cas d'interruption de la gestion due à des changements sociétaux imprévus.

Les contrôles qui viendront en sus des contrôles réglementaires seront maintenus après la fermeture pendant une période à convenir avec les parties prenantes, en particulier afin de minimiser les risques d'intrusions humaines. Il appartiendra à chaque génération de décider des connaissances et moyens qu'elle veut transmettre à la génération suivante pour lui permettre de maintenir ces contrôles.

9.3 Développement d'un système normatif

Compte tenu de ce que le processus décisionnel relatif au développement et la réalisation d'un dépôt géologique s'étendra sur une durée considérable, il est souhaitable qu'il soit repris dans un système normatif — qui fait actuellement défaut — qui permette à l'ONDRAF de disposer d'une base suffisamment solide et stable pour ces travaux. (L'absence d'un système normatif pour accompagner la mise en œuvre du Plan Déchets ne veut toutefois pas dire absence d'un cadre légal et réglementaire pour les activités de gestion des déchets radioactifs telles qu'elles sont menées actuellement — voir section 4.1.)

Le système normatif devrait être clairement défini et être transparent vis-à-vis de toutes les parties prenantes, y compris les pays limitrophes de la Belgique qui pourraient devoir intervenir dans une évaluation des incidences environnementales transfrontières du dépôt lors des phases ultérieures des travaux. Il devrait préciser, au moins dans les grandes lignes, qui décidera quoi, quand, sur quelles bases et selon quelles modalités. Il pourrait ainsi combler le vide juridique actuel entre, d'une part, les dispositions 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 leur élaboration et, d'autre part, le régime d'autorisations nucléaires existant, dont la mise en application ne commence qu'avec la première demande d'autorisation nucléaire. En particulier, les articulations entre les différents niveaux de décision (fédéral, régional, provincial et local) pour le processus de *siting* et leurs compétences respectives nécessiteront une attention spécifique. Le système normatif devrait aussi prévoir la création d'un organe de suivi indépendant garantissant le bon déroulement des processus participatifs et la transparence du processus décisionnel vis-à-vis de l'ensemble des parties prenantes.

Dans les pays les plus avancés en matière de gestion à long terme des déchets B&C, comme la Finlande, la France, la Suède et la Suisse, la politique relative à cette gestion, le trajet de mise en œuvre progressive de cette dernière ainsi que, dans de nombreux cas, le suivi de cette mise en œuvre, ont été consacrés par un ou plusieurs actes législatifs (Cadre 10 à la fin de la section 5.2.3). L'ONDRAF considère qu'il y a lieu de s'aligner sur les pratiques en vigueur dans ces pays avancés.

9.4 Ancrage d'une dynamique participative dans le programme B&C

L'ONDRAF entend consacrer sans tarder un effort tout particulier à développer davantage et à ancrer une dynamique participative dans le programme B&C. Dans un premier temps, l'ONDRAF développera les initiatives nécessaires à cet effet avec des équipes universitaires de recherche et divers experts afin d'esquisser sur un mode participatif le trajet décisionnel à suivre et les parties prenantes à impliquer.

La dynamique participative, et les mécanismes qui la sous-tendent, devront être aptes à accompagner dans la durée, soit sur plusieurs dizaines d'années, le développement puis la réalisation du dépôt géologique. Cette dynamique a été amorcée avec les dialogues ONDRAF (dialogues avec des citoyens intéressés), la conférence interdisciplinaire (dialogue avec des experts de différentes disciplines) et la conférence citoyenne organisée par la Fondation Roi Baudouin (travail d'un groupe de citoyens représentatifs de la diversité de la société civile) (section 1.2). Son développement plus poussé peut

s'inspirer des enseignements tirés des projets et études nationales et internationales en matière de participation sociétale dans des questions relatives à la gestion des déchets radioactifs (Cadre 17 et Cadre 18 à la section 9.2 et Cadre 16 à la section 9.1).

Pratiquement, l'ancrage d'une dynamique participative dans le programme B&C prendra plusieurs années, qui seront principalement dévolues aux objectifs suivants :

- affiner et enrichir l'ébauche existante de processus décisionnel (section 9.2), et en particulier le processus de *siting*, via une concertation avec toutes les parties prenantes, de manière à intégrer les jalons sociétaux et techniques de façon équilibrée (section 9.1) ; ce travail portera notamment sur
 - ▶ le découpage dans le temps, avec l'identification d'étapes décisionnelles techniques et/ou sociétales complémentaires ;
 - ▶ les supports documentaires nécessaires, avec l'identification de jalons documentaires techniques et/ou sociétaux complémentaires ;
 - ▶ les parties prenantes, avec l'identification des parties prenantes à impliquer a priori durant les étapes successives du processus ;
 - ▶ les méthodologies pour le travail participatif ;
 - ▶ les méthodologies pour le *siting* ;
- mettre en place des méthodologies de travail participatif destinées à permettre aux parties prenantes de se familiariser avec les différents aspects de la gestion à long terme des déchets B&C puis de s'approprier le dossier ;
- préciser, dans un cadre participatif, les impositions en matière de récupérabilité des déchets mis en dépôt, de contrôle du bon fonctionnement du système de dépôt, et de transfert des connaissances relatives au dépôt (y compris la mémoire de son emplacement) et aux déchets qu'il contient ;
- établir des modalités d'interaction avec les parties prenantes au sujet des documents techniques de l'ONDRAF de types SFC et programmes de RD&D.

Une fois ancrée dans le programme B&C, la dynamique participative sera entretenue tout au long du processus décisionnel de manière à promouvoir le maintien de l'assise sociétale souhaitée.

3

Partie 3

**Questions connexes dont la réponse
n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF**



10 Questions connexes susceptibles d'avoir un impact sur le système de gestion de l'ONDRAF, en particulier sur la gestion à long terme des déchets B&C

Plusieurs questions connexes ont été identifiées par l'ONDRAF comme étant susceptibles d'avoir un impact sur son système de gestion des déchets radioactifs, en particulier sur la gestion à long terme des déchets B&C et son financement. Ces questions, dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF, portent sur des aspects du cadre légal et réglementaire (section 10.1) et sur certains aspects de l'inventaire technique des déchets conditionnés à considérer (section 10.2). Toutefois,

- elles ne remettent pas en question le besoin d'une décision de principe à brève échéance en matière de gestion à long terme des déchets B&C ;
- elles ne remettent pas en question la possibilité de prendre cette décision, ce que confirme le Comité d'avis SEA dans son avis relatif au projet de Plan Déchets et au SEA [33] : *« Il aurait été utile d'établir une synthèse dans le Plan Déchets [...] de l'incidence de ces incertitudes sur les volumes de déchets, et d'établir ensuite l'incidence de ces variations sur les données descriptives des solutions de gestion envisagées [...]. Ces données sont clés pour une évaluation justifiée de l'impact environnemental [...]. Néanmoins, leur absence ne remet pas en cause, à ce stade, les informations destinées à une décision de principe. »* ;
- elles ne remettent pas en question la solution préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C.

Ces questions sont importantes pour le développement d'une solution de mise en dépôt géologique (si cette solution est validée par une décision de principe) et le processus décisionnel qui doit l'accompagner. Des réponses devraient y être apportées dans les prochaines années, au niveau institutionnel ou par les propriétaires ou détenteurs des matières concernées selon les cas.

10.1 Cadre légal et réglementaire relatif à la gestion à long terme

Pour être en mesure de développer et d'optimiser puis de réaliser, en bonne connaissance de cause, une solution de mise en dépôt géologique pour la gestion à long terme des déchets B&C, l'ONDRAF devra disposer d'un cadre légal et réglementaire applicable suffisamment clair et complet.

Le cadre légal spécifique au dépôt géologique devrait notamment préciser

- la procédure de demande d'autorisation, et en particulier
 - ▶ le rôle des différents acteurs institutionnels aux différents niveaux (fédéral, régional, provincial, local, ...),
 - ▶ la complémentarité des diverses autorisations (permis d'environnement, autorisation nucléaire, ...),
 - ▶ les exigences spécifiques, comme le rôle spécifique de la formation hôte, la manière d'évaluer la protection de l'homme et de l'environnement à très long terme (sur des dizaines de milliers d'années et plus), la protection des ressources naturelles, y compris l'eau, ou encore le rôle, en termes de sûreté, des contrôles effectués après la fermeture de l'installation de dépôt ;
- l'application des exigences internationales en matière de *safeguards* au cas spécifique d'un dépôt final de déchets B&C après fermeture de l'installation.

Ces aspects réglementaires sont principalement du ressort de l'AFCN, mais impliquent aussi d'autres acteurs institutionnels, au niveau régional notamment. De nombreux développements en la matière ont vu le jour récemment, dans le cadre du projet de mise en dépôt final en surface des déchets de catégorie A. Ainsi, l'AFCN travaille actuellement

- à compléter la réglementation de radioprotection et de sûreté nucléaire applicable aux installations de dépôt pour les déchets de catégorie A et pour les déchets B&C ;
- à harmoniser, en collaboration avec les autorités régionales compétentes en matière d'environnement,
 - ▶ les procédures de demandes d'autorisation nucléaire et de permis d'environnement,
 - ▶ le contenu du dossier correspondant de demande d'autorisation.

L'application à un dépôt géologique des exigences internationales en matière de *safeguards*, qui visent à empêcher le détournement des matières fissiles et leur utilisation à quelque fin non pacifique que ce soit, fait actuellement l'objet de discussions au niveau international (Euratom et AIEA). Les exigences correspondantes devront être traduites dans la réglementation belge une fois qu'elles auront été fixées au niveau international.

10.2 Modifications potentielles identifiées de l'inventaire technique des déchets conditionnés

Les questions connexes identifiées par l'ONDRAF comme étant susceptibles d'affecter l'inventaire technique des déchets conditionnés des catégories B et C (section 4.3) ne remettent pas en question la solution du dépôt géologique préconisée par l'ONDRAF pour

la gestion à long terme des déchets B&C. Elles doivent toutefois recevoir une réponse pour plusieurs raisons :

- favoriser la confiance et la transparence entre les différentes parties prenantes (public en général, ONDRAF, autorité de sûreté, producteurs de déchets radioactifs, gouvernement fédéral, gouvernements régionaux, autorités communales, etc.) en leur permettant de savoir « de quels déchets on parle exactement », ce qui est important notamment pour pouvoir ultérieurement mener à bien le processus de choix d'un site d'implantation pour le dépôt géologique en concertation avec des autorités et acteurs (population) locaux et/ou régionaux et préparer les demandes d'autorisations et de permis nécessaires ;
- adapter la RD&D pour tenir compte des spécificités des déchets additionnels éventuels ;
- permettre de préciser et d'optimiser le design de l'installation de dépôt géologique, y compris en termes de dimensions ;
- permettre le plus rapidement possible d'éventuels ajustements des tarifs de prise en charge des déchets radioactifs par l'ONDRAF, étant donné que ces ajustements n'ont pas d'effet rétroactif.

Les questions connexes identifiées comme étant susceptibles d'affecter l'inventaire technique des déchets conditionnés des catégories B et C peuvent être réparties en cinq groupes :

- le statut des combustibles irradiés et le recours au retraitement ;
- la politique future de la Belgique en matière de production d'électricité ;
- un transfert éventuel de déchets de la catégorie A vers la catégorie B (voire un transfert dans le sens inverse) ;
- le statut des matières fissiles enrichies et des matières plutonifères ;
- des modifications éventuelles de l'inventaire en déchets radifères de la catégorie B.

10.2.1 Statut des combustibles irradiés et recours au retraitement

L'ONDRAF ne sait pas sous quelle forme se trouveront les déchets issus de l'aval du cycle du combustible nucléaire qu'il devra encore prendre en charge : s'agira-t-il de combustibles irradiés non retraités ou de déchets de retraitement ? Conformément à la résolution de la Chambre du 22 décembre 1993 [40], qui a conduit à une suspension du retraitement des combustibles irradiés des centrales nucléaires, confirmée par le Conseil des ministres le 4 décembre 1998, l'ONDRAF doit en effet placer sur pied d'égalité l'étude de la mise en dépôt géologique des déchets de retraitement et celle des combustibles irradiés non retraités ; il considère donc les deux cas de figure pour la RD&D et dans son inventaire technique des déchets radioactifs (pour une introduction aux notions de retraitement et de non retraitement, voir Cadre 3 à la section 3.2.1.2).

Cette question peut être déclinée en deux sous-questions, traitées ci-après de manière non exhaustive.

Quel avenir pour les combustibles irradiés ?

La décision du Conseil des ministres de 1998 s'est accompagnée d'une demande aux instances concernées de prendre les dispositions nécessaires pour fournir une vision plus complète et mieux circonstanciée de l'aval du cycle du combustible nucléaire. Celle concernant en particulier l'ONDRAF disait ceci :

« en ce qui concerne la mise en dépôt définitif, il est nécessaire d'attendre la finalisation des études de faisabilité, l'optimisation des concepts du point de vue technique et économique, ainsi que l'augmentation de la confiance dans les études de sûreté ; »

L'ONDRAF a fourni des éléments de réponse en 2001 dans le rapport SAFIR 2 [16, 17] et les traitera de manière approfondie dans le *safety and feasibility case 1* (SFC1) (section 9.2).

Quelle sera la position de Synatom concernant le statut de ses combustibles ?

Actuellement, Synatom, le propriétaire des combustibles irradiés des centrales nucléaires de Doel et de Tihange, ne considère pas que ces combustibles sont des déchets et n'en demande donc pas la prise en charge par l'ONDRAF.

Il n'est pas raisonnable d'envisager un retraitement à l'étranger des combustibles irradiés sans que les déchets qui en résultent reviennent en Belgique. (Un tel scénario contreviendrait en effet notamment aux dispositions de la Convention commune [8].) Dès lors, plusieurs scénarios peuvent se présenter à l'avenir à l'ONDRAF.

- L'ONDRAF est appelé à ne prendre en charge que des déchets de retraitement. C'est la situation où Synatom décide et a l'autorisation de faire retraiter tous ses combustibles irradiés, en ce compris les combustibles MOX irradiés.
- L'ONDRAF est appelé à prendre en charge les combustibles irradiés (UO₂ et MOX) non retraités de Synatom et les quelques déchets de retraitement existants qui doivent encore revenir de France. C'est la situation où un terme définitif est mis au retraitement et où Synatom déclare tous ses combustibles irradiés comme déchets à l'ONDRAF.
- L'ONDRAF est appelé à prendre en charge des déchets de retraitement existants et futurs et des combustibles irradiés non retraités (UO₂ et/ou MOX). C'est la situation où Synatom déciderait de ne faire retraiter qu'une partie de ses combustibles irradiés et recevrait l'autorisation pour le faire, et de déclarer comme déchets l'autre partie de ses combustibles irradiés.

En outre, une série de considérations techniques complémentaires devront être prises en compte, notamment

- la diminution progressive durant l'entreposage de la part du plutonium fissile présente dans les combustibles irradiés ;
- la recommandation internationale, dans le cadre des *safeguards*, d'imposer lors de la production de plutonium de retraitement des objectifs définis de réutilisation à court terme de ce plutonium ;
- la proportion de combustibles MOX qui pourraient être retraités ;

- l'augmentation des taux de combustion des combustibles ;
- le retraitement ou non des derniers cœurs de réacteurs.

Ceci signifie que l'ONDRAF pourrait être amené à prendre en charge un spectre potentiellement très large de déchets de catégorie C, et en particulier de combustibles irradiés (combustibles UO₂ et MOX avec des taux de combustion et des temps d'entreposage variables, assemblages de combustibles de tailles différentes, etc.).

D'un point de vue scientifique et technique, la prise en charge par l'ONDRAF des combustibles irradiés non retraités des centrales nucléaires ne devrait pas poser de problèmes inédits, y compris en termes de criticité, car elle est déjà intégrée dans les études. Le dépôt géologique est conçu pour accueillir des combustibles et est dimensionné en fonction des volumes de déchets à y mettre. L'impact d'une éventuelle augmentation des taux de combustion des combustibles doit toutefois être pris en compte dans les études et les évaluations de sûreté ainsi que dans le design de l'installation de dépôt. L'accroissement des taux de combustion s'accompagne en effet de modifications de la composition radiologique des combustibles, auxquelles est associé un impact thermique plus élevé. Ce point fait l'objet de recherches au niveau international. La mise en dépôt de combustibles MOX irradiés nécessitera aussi, le cas échéant, une attention particulière, essentiellement en raison de leur charge thermique et de leur radiotoxicité importante.

Bien que selon le calendrier volontariste actuel, les déchets de catégorie C ne seront pas mis en dépôt géologique avant 2080 au plus tôt (section 9.2), l'incertitude sur le statut des combustibles commerciaux irradiés devra être levée à relativement court terme, pour différentes raisons.

- Elle devra être levée pour permettre de nouer et de développer des contacts au niveau local (par exemple, avec des communes) ou supra-local (par exemple, avec des instances provinciales ou régionales) dans un contexte de *siting*. Il est en effet très difficile de mener des processus participatifs en matière de gestion à long terme de déchets radioactifs de manière efficiente au niveau local ou supra-local s'il y a des incertitudes importantes sur les déchets concernés (volumes et caractéristiques). L'ONDRAF a fait cette constatation dans le cadre du dossier catégorie A et le même type de constatation a été fait à l'étranger.
- Elle devra être levée dans la perspective de préparer les demandes d'autorisations en vue de passer à la construction de l'installation de dépôt géologique. Il est en effet peu concevable que l'AFCN délivre une autorisation nucléaire de création et d'exploitation pour un dépôt géologique sans connaître précisément les types et volumes de tous les déchets à mettre en dépôt, y compris donc des déchets de catégorie C, même si ceux-ci ne seraient mis en dépôt que plusieurs décennies après les déchets de catégorie B. L'avis remis par l'AFCN dans le cadre de la procédure légale de consultation indique d'ailleurs : « L'AFCN reconnaît qu'une décision relative au statut du combustible usé constitue une donnée importante dans le cadre du processus de décision. » [109].
- Elle devra être levée pour permettre de lever l'hypothèse relative au type de déchets de catégorie C que l'ONDRAF aura à prendre en charge à l'avenir, hypothèse qui intervient dans l'évaluation des coûts de la mise en dépôt et donc dans le calcul du tarif de prise en charge de ces déchets. Le tarif est actuellement calculé sur la base de l'hypothèse que la totalité des combustibles irradiés des

centrales nucléaires sera retraitée (y compris les combustibles MOX). S'il s'avère que l'ONDRAF doit prendre en charge des combustibles irradiés non retraités, ayant éventuellement des caractéristiques très différentes les uns des autres, le mode de financement de la prise en charge de ces déchets devra être adapté. L'hypothèse d'un retraitement intégral est prudente du point de vue de la constitution des provisions pour la gestion à long terme par Synatom, car le coût actualisé du retraitement des combustibles irradiés et de la mise en dépôt géologique des déchets de retraitement est supérieur au coût de la mise en dépôt géologique directe des combustibles irradiés non retraités. Du seul point de vue de la gestion à long terme, les coûts de la mise en dépôt directe des combustibles irradiés sont toutefois supérieurs à ceux de la mise en dépôt des déchets issus du retraitement de ces combustibles.

Enfin, la connaissance du calendrier de livraison des futurs déchets de catégorie C de Synatom est essentielle pour permettre leur bonne gestion par l'ONDRAF.

- Toute modification du calendrier a un impact sur le coût global du projet de mise en dépôt.
- L'ONDRAF doit pouvoir prendre à temps les dispositions nécessaires pour prendre en charge les futurs déchets de catégorie C, avec par exemple la planification du conditionnement, de l'entreposage et du post-conditionnement de combustibles irradiés de caractéristiques éventuellement très différentes.
- L'approvisionnement du fonds à long terme doit être assuré de manière à permettre de couvrir les coûts de gestion à moyen et long termes au fur et à mesure qu'ils se produisent. Un retard dans la livraison des déchets de catégorie C par rapport au calendrier prévu est susceptible d'avoir un impact considérable sur l'évolution de la trésorerie du fonds.

La question du statut des combustibles irradiés est donc une question complexe, dont les implications sur la gestion tant des déchets de retraitement que des combustibles irradiés non retraités déclarés comme déchets sont potentiellement très diverses, y compris en termes de coûts et de besoins en RD&D, et largement reliées les unes aux autres. La difficulté que représente pour l'ONDRAF l'absence de clarté quant au statut des combustibles irradiés a déjà été soulignée en 2001, dans le document contextuel du rapport SAFIR 2 [18], et en 2007, dans le deuxième rapport d'inventaire des passifs nucléaires [42]. Elle ne lui permet pas d'optimiser son programme de RD&D pour la mise en dépôt des déchets de catégorie C.

Le statut des combustibles commerciaux irradiés non retraités doit être clarifié avant le début du processus de siting.

10.2.2 Politique future de la Belgique en matière de production d'électricité

Avec la loi du 31 janvier 2003 [68], qui interdit la construction et la mise en exploitation de nouvelles centrales nucléaires destinées à la production d'électricité et impose la fermeture des sept centrales nucléaires existantes après 40 ans d'exploitation, la Belgique s'est engagée sur la voie d'une sortie progressive de l'énergie nucléaire.

La possibilité de reporter la fermeture d'une ou plusieurs centrales, comme envisagé dans l'étude du groupe GEMIX [66] et l'étude fédérale sur les perspectives d'approvisionnement en électricité [122], entraîne toutefois la possibilité d'une augmentation des volumes estimés de déchets conditionnés à gérer. A la demande du groupe GEMIX, le groupe d'experts nationaux et internationaux chargé, par arrêté royal du 28 novembre 2008, de réaliser une étude destinée à présenter au gouvernement un ou plusieurs scénarios de mix énergétique idéal pour la Belgique, l'ONDRAF a calculé, à titre indicatif, l'impact sur ces volumes d'une prolongation de la durée d'exploitation des sept centrales du parc nucléaire belge de 10 et 20 ans respectivement (Table 7). Ces volumes de déchets supplémentaires ont été calculés par règle de proportionnalité. Ils ne prennent en compte que les déchets de production courante, c'est-à-dire résultant du fonctionnement des centrales. Aucune estimation n'est en effet actuellement disponible pour les volumes de déchets, potentiellement non négligeables, qui pourraient être générés par les opérations de renouvellement ou de rénovation des infrastructures.

Table 7 – Estimation indicative 2009 des volumes de déchets des catégories A, B et C à gérer d'ici 2070, calculée à la demande du groupe GEMIX sur la base de l'hypothèse d'une prolongation de 10 et 20 ans de la durée d'exploitation des sept centrales du parc nucléaire [66, 69]. Aucune estimation n'est actuellement disponible pour les volumes de déchets qui pourraient être générés par les opérations de renouvellement ou de rénovation des infrastructures.

	Estimation indicative (7 × 40 ans) [m ³]	Estimation indicative (7 × 50 ans) [m ³]	Estimation indicative (7 × 60 ans) [m ³]
Déchets de catégorie A			
Total	69 900	73 200 + rénovation	76 500 + rénovation
Source de l'augmentation : déchets de production courante et de rénovation			
Déchets de catégories B&C <i>si reprise du retraitement (pour tous les combustibles)</i>			
Catégorie B	11 100	11 500	11 900
Catégorie C	600	750	900
Total	11 700	12 250 + rénovation	12 800 + rénovation
Source de l'augmentation : – catégorie B : déchets de production courante des centrales et de rénovation – catégorie C : déchets de retraitement			
Déchets de catégories B&C <i>si abandon du retraitement</i>			
Catégorie B	10 430	10 630	10 830
Catégorie C	4 500	5 800	7 000
Total	14 930	16 430 + rénovation	17 830 + rénovation
Source de l'augmentation : – catégorie B : déchets de production courante des centrales et de rénovation – catégorie C : combustibles irradiés non retraités			

Les déchets B&C résultant d'une prolongation de la durée d'exploitation des centrales nucléaires pourraient être mis en dépôt géologique. En effet,

- les caractéristiques radiologiques de ces déchets ne poseraient pas de difficultés inédites en termes scientifiques et techniques, puisqu'elles seraient dans une large mesure comparables aux caractéristiques des déchets existants (par exemple ligne b2-7 à l'annexe A1). L'impact d'une éventuelle augmentation des taux de combustion des combustibles est toutefois pris en compte dans le programme de RD&D international (section 10.2.1) ;
- le dépôt géologique au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes), tel que préconisé par l'ONDRAF, pourrait être dimensionné de façon flexible en fonction des volumes de déchets à y mettre. Les formations argileuses considérées présentant une continuité latérale importante, il est en effet possible d'agrandir le dépôt si nécessaire. Par ailleurs, la flexibilité d'un dépôt dans l'argile en termes de capacité radiologique est plus que probablement suffisante pour permettre une marge d'au moins 100 % en ce qui concerne l'inventaire radiologique des déchets qui peuvent y être mis.

Le financement de la gestion à long terme des déchets B&C résultant d'une prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires pourrait être assuré par le mécanisme de financement existant, moyennant corrections tarifaires en application des mécanismes contractuels existants.

La livraison des déchets de démantèlement des centrales, qui sont très majoritairement des déchets de catégorie A, serait toutefois reportée d'une durée équivalente à celle de la prolongation de la durée d'exploitation des centrales.

10.2.3 Transfert éventuel de déchets de la catégorie A à la catégorie B

La distinction actuelle entre déchets de catégorie A et déchets de catégorie B (qui est nécessaire notamment pour la tarification des déchets) se fonde sur des hypothèses de travail provisoires de l'ONDRAF quant aux limites radiologiques applicables aux déchets qui peuvent être mis en dépôt en surface.

Les limites radiologiques applicables aux déchets qui peuvent être mis en dépôt en surface seront proposées par l'ONDRAF sur la base des résultats des calculs et analyses de sûreté, qui tiennent compte des caractéristiques du système de dépôt (design, site, ...) et des critères de protection imposés par le cadre réglementaire en cours de développement. Ces limites seront acceptées ou modifiées par les dispositions de l'autorisation de création et d'exploitation du dépôt. Le contenu d'un dépôt en surface doit en effet être tel que son impact radiologique après la phase de contrôle réglementaire ne dépasse pas l'ensemble des critères de sûreté et de protection imposés par la réglementation relative aux installations de dépôt. D'autres conditions fixées par les autorisations, par exemple liées aux caractéristiques physico-chimiques des déchets, pourraient amener le transfert de certains déchets de la catégorie A à la catégorie B. Il est donc probable que certains déchets actuellement supposés par l'ONDRAF pouvoir être mis en dépôt en surface devront être transférés à la catégorie B, mais un éventuel transfert de déchets dans le sens inverse n'est pas à exclure.

Les déchets éventuellement transférés de la catégorie A à la catégorie B pourraient être mis en dépôt géologique sans difficultés particulières. En effet,

- les caractéristiques radiologiques de ces déchets ne poseraient pas de difficultés inédites en termes scientifiques et techniques, dans la mesure où, en toute logique, ce seraient principalement des déchets de longue durée de vie, relativement comparables à certains déchets de catégorie B déjà pris en compte dans les études ;
- le dépôt géologique au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes), tel que préconisé par l'ONDRAF, pourrait être dimensionné de façon flexible en fonction des volumes de déchets à y mettre (voir aussi section 10.2.2). Pour fixer les idées, le transfert de 5 %, soit 3 500 m³, du volume estimé actuel des déchets de catégorie A vers la catégorie B correspondrait à une augmentation significative de plus de 30 % du volume estimé des déchets de catégorie B.

Un éventuel transfert de déchets de la catégorie A vers la catégorie B amènera des corrections tarifaires en application des mécanismes contractuels existants.

La question du transfert éventuel de déchets entre les catégories A et B sera éclaircie dans les prochaines années dans le cadre du dossier catégorie A.

10.2.4 Statut des matières fissiles enrichies et des matières plutonifères

Dans le cadre de sa mission dite d'« inventaire des passifs nucléaires », l'ONDRAF interroge les exploitants nucléaires sur les quantités de matières radioactives qu'ils détiennent. Selon cet inventaire [42], plusieurs exploitants nucléaires détiennent des matières fissiles enrichies et/ou des matières plutonifères (matières hors combustibles, au sens de l'arrêté royal du 30 mars 1981) qu'ils ne déclarent pas comme excédentaires et dont ils ne demandent donc pas (et n'ont jamais demandé) la prise en charge par l'ONDRAF. Cette situation place l'ONDRAF face à la question de savoir s'il aura un jour à gérer de telles matières.

La prise en charge éventuelle par l'ONDRAF de matières fissiles enrichies et/ou de matières plutonifères excédentaires ne devrait pas poser de problèmes scientifiques et techniques particuliers. C'est surtout la question de leur conditionnement optimal (type de matrice) pour assurer la non-criticité du système en conditions de gestion à long terme qui se pose ; elle est examinée au niveau international. Ces matières ne donneraient lieu qu'à un volume relativement faible de déchets conditionnés, qui pourraient être mis en dépôt géologique.

La prise en charge éventuelle de matières excédentaires en vue de leur gestion à long terme devra toutefois satisfaire aux exigences des *safeguards* visant à empêcher leur détournement et leur utilisation à quelque fin non pacifique que ce soit. Les exigences relatives à la gestion à long terme de telles matières sont actuellement en cours de développement au niveau international.

10.2.5 Modifications éventuelles de l'inventaire en déchets radifères de la catégorie B

La problématique de la gestion à long terme des déchets radifères présents en Belgique justifie un examen spécifique, qui fera l'objet d'un plan dédié de l'ONDRAF (section 11.1) en vue de développer pour ces déchets un système de gestion complémentaire au système actuel.

L'ensemble des déchets radifères à gérer en Belgique en tant que déchets radioactifs est constitué, d'une part, des déchets radifères contenus dans les installations autorisées d'entreposage provisoire d'Umicore à Olen et des déchets qui seront issus d'assainissements futurs à Olen et, d'autre part, des déchets radifères entreposés sur les sites BP1 et BP2 de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess à Mol et à Dessel.

A terme, certains déchets radifères actuellement entreposés dans l'installation autorisée de classe II UMTRAP d'Umicore à Olen ainsi que les déchets radioactifs qui seront issus de l'assainissement de la décharge D1 d'Umicore, également à Olen, pourraient, en raison d'impositions du cadre réglementaire en développement, devoir être transférés à la catégorie B. Inversement, il pourrait apparaître souhaitable, pour des raisons d'optimisation, de gérer les déchets radifères actuellement inclus dans la catégorie B (et entreposés sur les sites BP1 et BP2) avec les autres déchets radifères, dans le cadre du système de gestion à développer pour les déchets radifères.

Les déchets qui seraient extraits de l'installation UMTRAP et ceux qui seraient issus de l'assainissement de la décharge D1 et transférés à la catégorie B pourraient être mis en dépôt géologique. En effet,

- le dépôt géologique au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes), tel que préconisé par l'ONDRAF, pourrait être dimensionné de façon flexible en fonction des volumes de déchets à y mettre (voir aussi section 10.2.2). Le volume de déchets extraits de l'installation UMTRAP pourrait aller de quelques milliers de mètres cubes à 10 000 m³ (non conditionnés) [164], ce qui représenterait une augmentation substantielle du volume estimé des déchets de catégorie B, qui est d'environ 11 000 m³ (conditionnés) (voir Table 3 à la section 4.3.1) ;
- les caractéristiques radiologiques de ces déchets ne poseraient pas de difficultés majeures en termes scientifiques et techniques. Ils sont en effet comparables à certains déchets de catégorie B (notamment des déchets radifères) déjà pris en compte dans les études (notamment ligne d-2 à l'annexe A1). L'augmentation substantielle du volume de ces déchets, et donc du risque de contamination au gaz radon, imposerait par contre des mesures spécifiques au niveau opérationnel.



11 Questions connexes liées au développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires

L'ONDRAF devant assurer la gestion à long terme de l'ensemble des déchets radioactifs présents en Belgique, il entend se préparer à différentes problématiques concernant des substances qui n'ont actuellement pas le statut de déchets radioactifs mais qui pourraient acquérir ce statut ultérieurement (voir aussi section 3.2). Cette préparation se fera de façon proportionnée à la maturité des différents dossiers. L'ONDRAF doit également prendre les dispositions en vue de préparer la gestion à long terme de déchets radifères qui ont le statut de déchets radioactifs et qu'il sera tôt ou tard amené à prendre en charge.

Les problématiques identifiées sont liées à des situations existantes, qui soit concernent des installations autorisées d'entreposage provisoire, soit ont fait ou sont susceptibles de faire l'objet d'une décision d'assainissement radiologique par l'AFCN. Les assainissements radiologiques génèrent en effet par définition des déchets radioactifs (section 3.2.2.4). Ces différents déchets sont ceux repris dans les deux colonnes de droite de la Table 4 à la section 5.1.

- La problématique des déchets radifères, qui recouvre un ensemble très hétérogène de substances et de situations (section 11.1), se pose à l'ONDRAF de façon incontournable : tôt ou tard, il sera en effet amené à prendre en charge en vue d'assurer leur gestion à long terme des déchets radifères issus d'assainissements sur le site d'Umicore à Olen ou dans ses alentours, ainsi que les déchets radifères contenus dans les installations d'entreposage UMTRAP et « Bankloop ». La gestion à long terme des déchets radifères doit être examinée dans le cadre d'une approche globale de la problématique et fera par conséquent l'objet d'un plan dédié complémentaire au présent plan.
- D'autres types de substances qui n'ont actuellement pas le statut de déchets radioactifs, et que l'ONDRAF n'a donc actuellement pas à gérer, pourraient à terme devoir être pris en charge par lui : des déchets issus d'assainissements radiologiques qui seraient décidés par l'AFCN dans le cadre de la problématique NORM et TENORM (section 11.2) et/ou des déchets issus d'assainissements de terrains présentant des pollutions radioactives diffuses anciennes (section 11.3).

Les déchets radifères, les déchets NORM et TENORM et les autres déchets qui seraient issus d'assainissements futurs ont ceci en commun que ce sont des déchets de longue durée de vie majoritairement de très faible et faible activité (voire de moyenne activité pour certains déchets radifères), répartis sur de nombreux sites, et dont les volumes sont potentiellement considérables. Leur gestion à long terme amènera l'ONDRAF à développer un ou plusieurs systèmes de gestion complémentaires au système existant. Ces déchets devront en effet vraisemblablement être gérés pour partie au moins de façon décentralisée, sur ou à proximité immédiate des endroits où ils se trouvent.

Les questions liées au développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires au système de gestion existant de l'ONDRAF ne modifient ni le besoin d'une décision de principe en matière de gestion à long terme des déchets B&C ni la solution préconisée par l'ONDRAF pour cette gestion.

11.1 Déchets radifères

La problématique des déchets radifères se caractérise par les grands volumes de déchets potentiellement concernés et leurs caractéristiques radiologiques, à savoir qu'il s'agit de déchets de longue durée de vie qui sont majoritairement de faible, voire moyenne activité. Elle se caractérise également par l'hétérogénéité des matières et substances concernées et du type de lieu où elles se trouvent : elles vont de pollutions radioactives diffuses présentes sur différents terrains à des sources de radium et des déchets de recherche et de démantèlement conditionnés entreposés dans des bâtiments de l'ONDRAF, en passant par des contaminations présentes de façon plus ou moins concentrée dans des décharges et des terres contaminées et des sources scellées entreposées dans des installations d'entreposage autorisées qui ne sont pas sous la responsabilité de l'ONDRAF.

Les déchets radifères, qui feront l'objet du prochain plan de gestion à long terme de l'ONDRAF (section 11.1.3), se trouvent principalement sur le site d'Umicore, à Olen, et dans ses alentours (section 11.1.1). Des déchets radifères sont également entreposés sur les sites de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess à Mol et à Dessel (section 11.1.2).

11.1.1 Site d'Umicore à Olen et alentours

Les activités de l'usine d'extraction de radium et d'uranium exploitée par l'ancienne Union Minière (devenue Umicore en 2001) entre 1922 et 1977 et démantelée ensuite sont à l'origine de situations très hétérogènes dans la commune d'Olen : la présence de deux installations autorisées d'entreposage provisoire de classe II (section 11.1.1.1), une décharge qui a fait l'objet d'une décision d'assainissement (section 11.1.1.2) et d'autres décharges ainsi que des terrains présentant des pollutions radioactives diffuses qui pourraient faire l'objet de décisions d'assainissement de la part de l'AFCN (section 11.1.1.3) [42].

11.1.1.1 Installations autorisées d'entreposage provisoire (UMTRAP et « Bankloop »)

Umicore est responsable de deux installations autorisées d'entreposage provisoire de classe II construites sur son site d'Olen : l'installation UMTRAP et l'installation dite « Bankloop ». Les déchets qu'elles contiennent étant par définition radioactifs, leur gestion à long terme devra tôt ou tard être confiée à l'ONDRAF. Umicore n'a toutefois pas encore demandé la prise en charge de ces déchets par l'ONDRAF.

L'installation UMTRAP, construite dans les années quatre-vingt par l'ancienne Union Minière, et qui a été autorisée en 1991 par le SPRI, l'autorité de sûreté de l'époque, en tant qu'installation d'entreposage provisoire de classe II (Figure 48), contient des déchets non conditionnés de longue durée de vie et de faible ou moyenne activité. Ils se répartissent comme suit [42] :

- des sources de radium (environ 200 g de radium-226 au total), des résidus d'extraction d'uranium (2 000 tonnes, dont environ 700 g de radium-226) et des résidus riches en radium (500 tonnes, dont environ 60 g de radium-226), qui sont entreposés dans des casemates en béton recouvertes d'un confinement en cuivre ;
- des résidus pauvres en radium (environ 8 000 tonnes, dont environ 30 g de radium-226), qui sont stockés dans des silos entre les casemates ;
- des résidus divers (environ 6 000 tonnes, dont environ 20 g de radium-226) et des terres contaminées (environ 60 000 tonnes, dont environ 20 g de radium-226), qui occupent les espaces entre les silos et les casemates.

Ces déchets représentent un volume total d'environ 55 000 m³ (sur la base d'une masse volumique moyenne de 1 400 kg·m⁻³). L'ensemble est recouvert d'argile, de sable et de gravier.



Figure 48 – L'installation autorisée d'entreposage provisoire UMTRAP d'Umicore à Olen. A gauche : placement du confinement en cuivre sur une casemate en béton ; à droite : vue générale du site après placement des couvertures (source : Umicore).

L'installation UMTRAP soulève différentes questions quant à sa gestion à long terme. En effet, elle ne satisfait pas, en raison des caractéristiques radiologiques d'une fraction significative des déchets qu'elle contient, aux recommandations actuelles de l'AIEA [59, 165] et de la Commission européenne [166] relatives à la mise en dépôt en surface. Une fraction d'entre eux, qu'il appartient à l'AFCN de préciser, pourrait devoir en être

extraite. Se poserait alors la question de leur transfert à la future installation de gestion à long terme des déchets B&C, en tant que déchets de catégorie B (section 10.2.5), ou à une installation dédiée de gestion à long terme.

L'installation « Bankloop », autorisée en 2006 par l'AFCN pour une durée de 10 ans, renferme environ 30 000 m³ de déchets non conditionnés de très faible et faible activité et de longue durée de vie issus de l'assainissement, en 2007–2008, d'un petit ruisseau, le Bankloop, qui était utilisé dans le passé pour évacuer des effluents liquides de l'usine vers la Kleine Nete, à environ 2 000 mètres du site d'Umicore. Ces travaux ont été effectués en conséquence d'une décision d'assainissement prise en 2000 par le SPRI [39].

11.1.1.2 Décharge D1, pour laquelle une décision d'assainissement a été prise

La décharge D1, située en dehors du site d'Umicore à Olen, est un terrain d'environ 10 hectares sur lequel se trouvent près de 200 000 m³ de déchets radifères et chimiques, dont 10 000 m³ environ contiennent des déchets de démantèlement des anciens laboratoires Radium, qui constituent potentiellement des *hot spots*, c'est-à-dire des zones ponctuelles où l'activité est sensiblement supérieure à l'activité avoisinante. Elle contient aussi des matières provenant des travaux d'assainissement de rues contaminées de Geel et d'Olen (voir ci-dessous). (Le volume de la décharge peut être supérieur au volume radiologiquement contaminé, ce dernier pouvant lui-même être supérieur au volume susceptible de devoir être pris en charge par l'ONDRAF en tant que déchets radioactifs.)

Le SPRI a notifié en 2000 à Umicore que la décharge D1 devait faire l'objet d'un assainissement radiologique [39]. (Le SPRI considérait que la décharge D1 ne présente toutefois pas de risque immédiat pour la santé publique d'un point de vue radiologique, notamment en raison de l'inaccessibilité de la décharge, qui est clôturée, mais qu'un assainissement est nécessaire à terme.) Les déchets issus de cet assainissement futur auront le statut de déchets radioactifs et leur gestion à long terme devra être assurée par l'ONDRAF.

11.1.1.3 Décharges et terrains présentant des pollutions radioactives diffuses à propos desquels l'AFCN n'a pas encore décidé si un assainissement est nécessaire

Les pollutions radioactives à Olen se présentent sous forme concentrée sur la décharge I et en deux endroits de la décharge II, et sous forme diffuse sur l'ensemble du site et sur une autre zone. L'AFCN n'a pas encore décidé si ces décharges et terrains devaient faire l'objet d'un assainissement. Les déchets issus d'éventuels assainissements futurs auront le statut de déchets radioactifs et leur gestion à long terme devra être assurée par l'ONDRAF.

- *Décharge I (« Bruine Berg »), sur le site.* La décharge I a un volume d'environ 200 000 m³ et contient des déchets chimiques (résidus d'hydroxyde de fer, de gypse et de chaux, produits lors de la production de cobalt), comme la décharge D1. Sa contamination radioactive provient des boues de dragage du Bankloop et probablement aussi de boues produites lors d'opérations d'assainissement du site. Une caractérisation radiologique effectuée en 2002 a confirmé la

présence dans la décharge de matières contaminées au radium et a permis en particulier de localiser deux bandes plus fortement contaminées. (Le volume de la décharge peut être supérieur au volume contaminé, ce dernier pouvant lui-même être supérieur au volume susceptible de devoir être pris en charge par l'ONDRAF en tant que déchets radioactifs.)

- *Décharge II (« Décharge MHO/IOK », également dénommée « D2/D3 »), en dehors du site.* La décharge II contient des déchets industriels provenant de l'ancienne usine et des déchets ménagers produits par la cité ouvrière qui appartenait jadis à Union Minière. Sa contamination radioactive se limite à deux endroits dénommés « D2 » et « D3 » et est probablement due à des matériaux de démolition contaminés. Umicore estime le volume de la fraction contaminée à environ 25 000 m³. (Ce volume peut être supérieur au volume susceptible de devoir être pris en charge par l'ONDRAF en tant que déchets radioactifs.)
- *Ensemble du site.* Umicore estime la quantité de matières radioactivement contaminées dispersées sur son site entre 50 000 et 150 000 m³. Ces matières proviennent entre autres des travaux de dragage du canal de drainage d'environ 1 500 mètres de long qui reliait auparavant l'usine au Bankloop. Une caractérisation radiologique effectuée en 2003 a confirmé la présence d'une pollution radioactive en plusieurs endroits spécifiques du site, y compris dans des bâtiments qui ont servi à la production de radium et d'uranium. (Le volume indiqué peut être supérieur au volume contaminé, ce dernier pouvant lui-même être supérieur au volume susceptible de devoir être pris en charge par l'ONDRAF en tant que déchets radioactifs.)
- *Certaines rues de Geel et d'Olen, en dehors du site.* Il y a des matières contaminées sous le revêtement de certaines rues de Geel et d'Olen sur une superficie de quelques centaines de mètres carrés.

11.1.2 Sites de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess

Les déchets radifères de catégorie B entreposés sous forme conditionnée ou non conditionnée sur les sites de l'ONDRAF exploités par Belgoprocess sont principalement des déchets provenant d'anciens programmes de recherche du SCK•CEN, des déchets résultant du démantèlement de l'ancienne usine d'extraction de radium et d'uranium d'Union Minière à Olen, des sources (dont des paratonnerres, des détecteurs de fumée et des aiguilles de radium), des effluents contaminés et, dans une faible mesure, des déchets de l'armée belge (lignes c4-19 à c4-24 et d-2 à d-4 à l'Annexe A1).

11.1.3 Plan consacré à la gestion à long terme des déchets radifères

L'ONDRAF établira dès que possible un plan dédié à la gestion à long terme des déchets radifères. Ce plan visera à proposer une politique de gestion à long terme pour ces déchets qui créera le cadre nécessaire pour leur gestion optimale, compte tenu de leurs spécificités. Il tiendra compte de la réglementation en vigueur en matière de radioprotection et de gestion des déchets radioactifs, de la directive concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive [167] et des obligations d'Umicore, en particulier l'obligation, conformément aux dispositions de l'arrêté royal N0315 du 20 juin 1995, d'effectuer une évaluation des mesures de gestion nécessaires à l'avenir

en ce qui concerne l'installation UMTRAP et l'obligation de procéder à l'assainissement radiologique de la décharge D1.

Pour être en mesure de développer complètement le futur plan consacré aux déchets radifères, l'ONDRAF devra toutefois être informé par l'AFCN des principes généraux à appliquer pour la gestion à long terme de ces déchets et connaître en temps utile la position de cette dernière quant à la nécessité, ou pas, d'assainir les différentes décharges et terrains pour lesquels la question est actuellement pendante.

Ce plan pourrait conduire à transférer vers la catégorie B certains déchets de l'installation UMTRAP et certains déchets d'assainissement de la décharge D1. A l'inverse, il pourrait aussi conduire à conclure qu'il est préférable, en termes d'optimisation, de gérer les déchets radifères de catégorie B existants et prévus dans le cadre d'un système de gestion spécifique à l'ensemble des déchets radifères plutôt que de gérer ces déchets avec les autres déchets B et les déchets C.

11.2 Déchets radioactifs d'assainissements liés aux activités professionnelles qui pourraient être décidés par l'AFCN

Certaines activités industrielles mettant en jeu des matières premières contenant des substances naturellement radioactives, sans que le caractère radioactif soit une propriété recherchée de ces substances, sont susceptibles d'engendrer des situations qui ne peuvent être négligées pour des raisons de radioprotection. Ces activités, appelées *activités professionnelles* dans le règlement général de protection contre les rayonnements ionisants [35, 43], peuvent par exemple impliquer des procédés de production qui concentrent la radioactivité naturelle dans les résidus des procédés. Elles ne sont jusqu'à présent pas soumises à autorisation nucléaire mais doivent faire l'objet d'une déclaration à l'AFCN depuis le 1^{er} septembre 2003.

Les matières premières et les résidus des procédés industriels classiques qui contiennent des concentrations non négligeables en radionucléides naturels et peuvent donc entraîner un risque d'exposition aux rayonnements ionisants sont désignés respectivement par les appellations NORM (*naturally occurring radioactive materials*) et TENORM (*technologically enhanced, naturally occurring radioactive materials*).

Anticipant sur les implications du règlement général de protection contre les rayonnements ionisants, qui comporte en son article 4 une liste d'activités professionnelles susceptibles de conduire à des situations d'exposition de longue durée, l'ONDRAF a sous-traité au SCK•CEN, dans le cadre de sa mission d'inventaire des passifs nucléaires, la première étude en Belgique destinée à dresser un aperçu et à établir une première évaluation des activités professionnelles qui pourraient nécessiter des mesures de protection radiologique. Les principaux secteurs de l'industrie non nucléaire qui utilisent ou ont utilisé des sources naturelles de rayonnements sont, d'après cette étude publiée en 2003 [168], les suivants :

- l'industrie des phosphates,
- la mise en œuvre de sables au zircon,
- l'industrie cimentière,
- l'industrie des non-ferreux,
- l'industrie sidérurgique,
- les centrales au charbon,

- les applications du thorium,
- le captage d'eaux souterraines,
- l'industrie du charbon,
- l'extraction d'alun.

Les trois secteurs où la problématique NORM et TENORM se manifeste le plus nettement sont l'industrie des phosphates (engrais phosphatés), la mise en œuvre de sables au zircon et l'industrie cimentière. Pour l'industrie des phosphates, par exemple, le volume total de résidus (gypse et boues) susceptibles de ne pouvoir être négligés en termes de radioprotection, et donc de nécessiter des mesures de protection, a été estimé à 35 millions de mètres cubes.

La problématique NORM et TENORM a été introduite dans le cadre réglementaire de radioprotection par la directive européenne 96/29 [43]. Elle fait depuis la fin des années nonante l'objet d'une attention croissante aux niveaux tant international que belge. Si l'AFCN juge que certaines situations doivent faire l'objet d'un assainissement radiologique, l'ONDRAF examinera la question de ces assainissements en concertation avec l'AFCN, le cas échéant dans le cadre d'un nouveau plan de gestion, en tenant compte du nombre de sites à assainir, des volumes de déchets radioactifs NORM et TENORM (très faible, voire faible activité et longue durée de vie) qui pourraient résulter de ces assainissements et qui devraient être gérés à long terme ainsi que des possibilités de gestion à long terme de ces déchets.

Le statut de « déchets » des résidus des procédés mis en œuvre dans les activités professionnelles n'est par ailleurs pas toujours clair. Les résidus de certaines de ces activités sont en effet utilisés comme matières premières pour d'autres activités professionnelles. De nouvelles filières de recyclage sont en outre actuellement envisagées. Ces recyclages peuvent contribuer à réduire les volumes de résidus radioactifs à considérer *in fine* comme déchets radioactifs.

11.3 Déchets radioactifs d'assainissements de terrains présentant une pollution radioactive diffuse ancienne qui pourraient être décidés par l'AFCN

Indépendamment du site d'Umicore à Olen et de ses alentours, certains terrains présentent une pollution radioactive diffuse consécutive à des activités anciennes, nucléaires ou professionnelles. Ainsi, la Molse Nete présente une pollution historique occasionnée par différents exploitants nucléaires de la région de Mol-Dessel, et le Grote Laak et le Winterbeek, dans la région de Tessenderlo, ont été pollués dans le passé par des rejets de l'industrie des phosphates.

Les modalités de gestion à long terme des déchets radioactifs issus des assainissements de terrains présentant une pollution radioactive diffuse ancienne qui seraient décidés par l'AFCN seront a priori évaluées au cas par cas, en fonction notamment de l'ampleur de l'assainissement dont proviendront les déchets radioactifs à gérer, de la quantité et des caractéristiques de ces déchets et des caractéristiques des terrains à assainir.

11.4 Addition au cadre légal et réglementaire existant

L'AFCN développe actuellement, en concertation avec l'ONDRAF et les Régions, qui interviennent en tant qu'autorités compétentes en matière de protection de l'environnement, les instruments réglementaires nécessaires pour évaluer les situations susceptibles de nécessiter une intervention et pour, le cas échéant, pouvoir prendre les décisions d'intervention. Largement postérieure à la création de l'ONDRAF et à la définition de son système de gestion, cette réglementation ajoutera un nouveau volet à la gestion des déchets radioactifs.

La prise de décision relative aux interventions se fera suivant une procédure par étapes qui s'inspire, pour ses aspects progressifs, de la réglementation régionale relative à l'assainissement des sols en cas de pollution non radioactive (étude d'orientation des sols, étude descriptive des sols, projet d'assainissement des sols).

La procédure en développement définit

- les rôles des différents acteurs concernés, notamment de l'ONDRAF pour les aspects de gestion à long terme des déchets radioactifs issus des assainissements ;
- les décisions à prendre ;
- les différents dossiers sur lesquels baser ces décisions et leur contenu ;
- les critères à utiliser pour évaluer les risques radiologiques et pour les mettre en balance avec les risques chimiques.

Le cadre réglementaire en développement prévoit qu'en cas de décision d'intervention donnant lieu à la production de déchets radioactifs, autrement dit en cas de décision d'assainissement, leur gestion à long terme doit faire partie intégrante du scénario d'assainissement choisi.

La promulgation de ces instruments réglementaires sous forme de loi et/ou d'arrêté royal est en cours de préparation par l'AFCN.

4

Partie 4

Conclusions et recommandations



12 Conclusions et recommandations

Afin de mener à bien sa mission de gestion des déchets radioactifs, l'ONDRAF doit être en mesure de donner une destination finale à tous les déchets qu'il prend en charge.

Contrairement à la situation qui prévaut pour les déchets de catégorie A, il n'y a pas en Belgique de politique institutionnelle validée en matière de gestion à long terme des déchets B&C existants et dont la production est prévue (principalement dans le cadre du programme électronucléaire actuel), y compris les combustibles nucléaires irradiés non retraités déclarés (ou susceptibles de l'être) comme déchets ainsi que les quantités excédentaires de matières fissiles enrichies et de matières plutonifères déclarées (ou susceptibles de l'être) comme déchets. Or une telle politique est *indispensable* pour fixer la destination finale de ces déchets et, partant, pour pouvoir focaliser les travaux de RD&D encore nécessaires, pour pouvoir déterminer et optimiser l'ensemble des aspects de leur gestion et pour pouvoir appliquer le principe du *pollueur payeur* sur une base plus concrète. Du reste, il est de la responsabilité des pays signataires de la Convention commune de 1997 sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, dont la Belgique, d'avoir une politique de gestion à long terme pour ces déchets. Cette responsabilité nationale constitue l'un des principes de base de la directive européenne « Déchets » du 19 juillet 2011 (Annexe A2).

Le Plan Déchets contient, selon l'ONDRAF, tous les éléments nécessaires pour permettre au gouvernement de prendre en connaissance de cause une *décision de principe* en matière de politique de gestion à long terme des déchets B&C existants et dont la production est prévue.

Le démarrage de la mise en œuvre du Plan Déchets, adopté par le conseil d'administration de l'ONDRAF en date du 23 septembre 2011, doit être validé par une décision de principe du gouvernement fédéral fixant une politique claire en matière de gestion à long terme des déchets B&C. Cette mise en œuvre comprendra une série d'actions permettant de réaliser la solution de gestion à long terme retenue, comme le choix d'une formation hôte, le choix de zones potentielles d'implantation, la formalisation de processus et de structures de concertation sociétale, le choix d'un ou de plusieurs sites d'implantation, l'intégration locale de la solution ou encore les demandes d'autorisations. Le développement progressif de cette politique de gestion nécessitera la mise en place d'un système normatif adapté qui fait actuellement défaut.

Concrètement, l'ONDRAF préconise pour la gestion à long terme des déchets B&C existants et dont la production est prévue une solution globale de mise en dépôt géologique associant les aspects techniques, décisionnels et sociétaux (section 12.1). Il formule également une série de propositions et recommandations relatives à des questions dont la réponse n'est pas de son seul ressort, mais qui ont ou auront un impact sur ses activités de gestion (section 12.2). Tant la solution globale préconisée que les propositions et recommandations contribuent à respecter les impositions de la directive européenne « Déchets » du 19 juillet 2011 (Annexe A2).

12.1 La solution préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C

La solution préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C est une solution globale, en ce sens qu'elle comporte une solution technique (section 12.1.1) qui s'inscrit dans un processus décisionnel intégrant les aspects techniques et sociétaux (section 12.1.2) et dont le développement et la réalisation sont assortis d'une série de conditions issues de la consultation sociétale organisée sur l'initiative de l'ONDRAF et de la consultation légale (section 12.1.3).

12.1.1 Solution technique pour la gestion à long terme des déchets B&C

La solution technique préconisée par l'ONDRAF pour la gestion à long terme des déchets B&C est une solution à vocation définitive, à savoir

- la mise en dépôt géologique (section 12.1.1.1)
- au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes) (section 12.1.1.2)
- dans une installation unique (c'est-à-dire commune à l'ensemble des déchets B&C et réalisée sur un seul site) (section 12.1.1.3)
- située sur le territoire belge (section 12.1.1.4)
- dans les meilleurs délais, le rythme de développement et de réalisation de la solution devant être proportionné à sa maturité scientifique et technique ainsi qu'à son assise sociétale (section 12.1.1.5).

Cette solution technique est *suffisamment mûre pour faire l'objet d'une décision de principe*, les incertitudes encore à lever n'étant pas considérées comme rédhibitoires.

Les autres solutions de gestion à vocation définitive envisagées soit contreviennent au cadre réglementaire national ou international, soit n'offrent pas le degré de sûreté à long terme souhaité (c'est le cas en particulier de l'entreposage perpétuel, dont la sûreté dépend de la pérennité des actions d'entretien et du contexte sociétal), soit ne sont pas compatibles avec le volume total des déchets B&C à gérer (c'est le cas de la mise en forages profonds). Un choix en faveur d'un entreposage en surface autre que l'entreposage provisoire tel que pratiqué actuellement ne peut par ailleurs, selon l'autorité de sûreté (AFCN), pas se justifier.

12.1.1.1 La mise en dépôt géologique

La mise en dépôt géologique

- s'inscrit dans la ligne de la mission légale de l'ONDRAF, en ce sens qu'elle donne une destination définitive aux déchets B&C ;
- est applicable à l'ensemble des déchets B&C existants et prévus ;
- est considérée aux niveaux national et international par les gestionnaires de déchets radioactifs et les autorités de sûreté comme étant faisable et à même d'assurer la protection de l'homme et de l'environnement d'une manière robuste sur des centaines de milliers d'années et ce, de manière intrinsèquement passive (c'est-à-dire sans que l'intervention de l'homme soit une nécessité, ce qui ne signifie pas pour autant absence ou impossibilité de contrôles) : la sûreté passive est garantie en premier lieu par une conception adéquate du système de dépôt (choix judicieux de la formation hôte, conception adéquate des barrières ouvragées de l'installation de dépôt et conditionnement et post-conditionnement adéquats des déchets) et par une réalisation conforme à la conception ;
- est confirmée par les résultats de l'analyse multidisciplinaire des options de gestion envisageables effectuée dans le SEA comme étant *la seule solution pour la gestion à long terme des déchets B&C et certainement celle qui est la plus sûre du point de vue radiologique, la plus robuste vis-à-vis des évolutions sociétales et naturelles envisageables et la mieux à même de protéger l'homme et l'environnement sur le long terme* ;
- minimise les charges reportées sur les générations futures, en particulier les risques radiologiques, l'impact environnemental et la responsabilité de garantir la sûreté, de prendre des décisions et d'assurer le financement ;
- peut être financée selon le principe du *pollueur payeur* ;
- a été choisie par tous les pays qui ont une politique institutionnelle pour la gestion à long terme de leurs déchets B et/ou C. Les Etats-Unis exploitent depuis 1999 un dépôt géologique pour leurs déchets militaires de catégorie B et la Finlande, la France et la Suède ne sont plus, en principe, qu'à 10 ou 15 ans du début de l'exploitation industrielle d'un dépôt géologique.

12.1.1.2 Au sein d'une argile peu indurée (Argile de Boom ou Argiles Yprésiennes)

Les argiles peu indurées, et en particulier l'Argile de Boom et les Argiles Yprésiennes, sont, parmi les formations géologiques présentes en Belgique, celles qui apparaissent comme ayant les caractéristiques intrinsèques les mieux à même de permettre d'assurer les fonctions attendues d'une barrière naturelle, à savoir les fonctions d'isolation, de confinement et de piégeage à long terme des radionucléides et des contaminants chimiques présents dans un dépôt géologique. Un système de dépôt adéquatement conçu et réalisé dans ces argiles est à même d'assurer la sûreté à long terme.

Les acquis scientifiques et techniques relatifs à la mise en dépôt au sein d'une argile peu indurée, et en particulier 30 ans de RD&D dans le laboratoire souterrain HADES, ont été évalués à plusieurs reprises par des experts belges et étrangers. Leurs conclusions peuvent être résumées comme suit.

- Les acquis reposent sur des fondements scientifiques solides et ont atteint un degré de maturité suffisant pour permettre de se prononcer favorablement quant à la sûreté et la faisabilité de cette solution. Les études en cours dans d'autres pays confirment le potentiel des formations argileuses en matière de confinement des déchets mis en dépôt et de piégeage des radionucléides et des contaminants chimiques.
- Les incertitudes restantes sont systématiquement analysées et prises en compte dans les évaluations de sûreté et de faisabilité, lesquelles montrent que ces incertitudes ne sont pas de nature à remettre en question la sûreté et/ou la faisabilité de cette solution. La réduction des incertitudes est à la base des programmes de RD&D, en cours et futurs.

La poursuite de la RD&D permettra de confirmer et d'affiner progressivement les acquis, de manière à augmenter les marges de sûreté et à réduire les incertitudes restantes, ainsi qu'à optimiser le système de dépôt. La protection des aquifères entourant les formations hôtes en constituera un des points focaux.

Bien entendu, c'est à l'AFCN et aux autorités compétentes en matière de protection de l'environnement qu'il reviendra, dans le cadre de la procédure de demandes d'autorisations du dépôt géologique, de se prononcer sur le degré de sûreté et de protection assuré par le système de dépôt développé et d'autoriser sa réalisation.

Le bien-fondé des travaux en matière de dépôt dans une argile peu indurée a par ailleurs été confirmé à plusieurs reprises par différentes commissions et groupes de travail belges chargés par des instances institutionnelles de se prononcer sur des problématiques incluant à des degrés divers la question de la gestion des déchets radioactifs.

Un choix en faveur de la solution du dépôt géologique dans une argile peu indurée pour la gestion à long terme des déchets B&C restreint de fait la zone du territoire belge où un dépôt pourrait être implanté au nord-est et à la partie extrême nord de l'ouest de la Belgique. Un tel choix n'entraîne toutefois pas le choix immédiat d'un site d'implantation.

12.1.1.3 Dans une installation unique

Les déchets de catégorie B et les déchets de catégorie C doivent, selon l'ONDRAF, être gérés à long terme dans le cadre d'une solution de gestion — le dépôt géologique — qui, d'une part, leur est commune, car le risque qu'ils présentent à long terme s'étend sur des échelles de temps comparables, soit plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années, et, d'autre part, est réalisée sur un seul site, car leurs volumes respectifs sont tels que des installations distinctes ne peuvent raisonnablement être envisagées d'un point de vue économique. Le dépôt géologique sera toutefois conçu et exploité de manière telle que des déchets de caractéristiques différentes seront placés dans des sections distinctes du dépôt et de façon séquentielle.

12.1.1.4 Située sur le territoire belge

L'ONDRAF estime que les déchets B&C (comme du reste les autres déchets dont il a la charge) doivent être gérés dans un cadre national, donc sur le territoire belge. Dans la

mesure où la Belgique a fait le choix dans les années soixante de recourir à l'énergie nucléaire pour la production d'une part importante de son électricité et que le cycle du combustible nucléaire dans son ensemble est à l'origine de la production de la majeure partie des déchets radioactifs belges, c'est en effet à la Belgique qu'il revient d'assurer la gestion de ses déchets radioactifs, ceci quelle que soit sa politique énergétique future. Cette position s'inscrit dans la ligne des recommandations et réglementations en vigueur au niveau international, qui mettent en avant la responsabilité nationale des Etats en matière de gestion de leurs déchets radioactifs.

12.1.1.5 Dans les meilleurs délais

La mise en dépôt géologique devrait pouvoir débuter dans les meilleurs délais, compte tenu des contraintes scientifiques, techniques, sociétales et réglementaires à prendre en compte. En d'autres termes, le rythme de développement et de réalisation de la solution de dépôt devra être proportionné à sa maturité scientifique et technique ainsi qu'à son assise sociétale : il faudra maintenir la dynamique du programme sans toutefois brûler des étapes.

Une mise en dépôt géologique dans les meilleurs délais vise à

- permettre à l'ONDRAF de disposer d'un système de gestion complet (fermé) pour les déchets B&C, pouvant être organisé de façon optimale, et ainsi d'assurer sa mission dans son intégralité ;
- permettre à l'ONDRAF d'évaluer le coût réel de la mise en dépôt et ainsi lui permettre d'appliquer le principe du *pollueur payeur* sur une base concrète ;
- assurer le maintien de l'expertise et du savoir-faire au niveau national, en particulier en matière de connaissance des déchets, de RD&D et d'évaluation des performances du système de dépôt, facteur qui contribue de façon essentielle à la sûreté ;
- éviter d'augmenter le poids de la responsabilité de la gestion, y compris l'ensemble des charges associées, transférée aux générations futures et éviter de prolonger la situation d'incertitude dans laquelle se trouvent les communes sur le territoire desquelles les déchets sont actuellement entreposés à titre provisoire, mais pour une durée indéterminée.

Etant donné que le développement et la réalisation d'une solution globale de mise en dépôt géologique intègrent des aspects scientifiques, techniques, décisionnels et sociétaux, l'échéancier du programme de développement et de réalisation ne peut être établi a priori mais sera au contraire déterminé progressivement par un ensemble de facteurs (évolution et résultats de la RD&D, établissement et maintien d'une assise sociétale, processus de *siting*, teneur des décisions prises au fil du processus décisionnel, ...).

D'un point de vue strictement technique et volontariste, et dans l'état actuel des connaissances, la mise en dépôt géologique des premiers déchets, qui seront des déchets de catégorie B, n'est a priori pas envisageable avant 2035-2040 : une quinzaine d'années au minimum sera encore nécessaire pour mettre en place des processus participatifs, pour préciser, confirmer et optimiser la solution préconisée au moyen de travaux de RD&D, pour conforter son assise sociétale, notamment via le processus de

choix d'un site d'implantation, et ensuite pour préparer les demandes d'autorisations, les introduire puis obtenir les autorisations nécessaires, en particulier l'autorisation nucléaire de création et d'exploitation. Environ quinze ans seraient ensuite nécessaires pour la construction de l'installation de dépôt.

12.1.2 Processus décisionnel

Le développement et la réalisation de la solution technique préconisée s'inscrivent dans le cadre d'un processus décisionnel qui intègre les aspects techniques et sociétaux. L'ONDRAF souhaite que ce processus progresse par étapes, qu'il soit adaptable, participatif et transparent et qu'il assure la continuité. Il s'étalera sur une période de l'ordre d'une centaine d'années à compter de la prise d'une décision de principe, car des décisions devront être prises au moins jusqu'à la fermeture de l'installation de dépôt.

L'ébauche de processus décisionnel développée par l'ONDRAF constitue une base de discussion qui doit être enrichie et affinée, voire modifiée, via une concertation avec l'ensemble des parties prenantes. Les acteurs institutionnels concernés dans les pays limitrophes seront, à ce stade, informés sur une base *ad hoc*. Cette concertation, que l'ONDRAF entend débiter sans tarder, commencera avec l'identification des parties prenantes au processus décisionnel. Elle doit permettre de répondre aux questions de savoir qui décidera quoi, quand, sur quelles bases et selon quelles modalités. A l'exception des dispositions de la loi du 13 février 2006, il n'existe en effet pas, actuellement, de système normatif précisant comment franchir les étapes qui séparent une décision de principe en matière de gestion à long terme de déchets radioactifs de la demande de l'autorisation nucléaire indispensable pour pouvoir réaliser la solution de gestion choisie. L'identification des décisions clés à prendre, des parties impliquées lors des différentes étapes du processus décisionnel, des rôles et responsabilités respectifs ou encore par exemple des supports documentaires à établir représente un défi considérable. Cette concertation, dont le financement doit aussi être organisé, permettra d'amorcer l'ancrage d'une dynamique participative dans le programme B&C.

Le processus décisionnel devrait être repris dans le système normatif à établir, qui devra fournir un cadre suffisamment stable et bien balisé à l'ONDRAF et à l'ensemble des acteurs avec lesquels il sera amené à collaborer pour permettre le développement et la réalisation de la solution technique préconisée.

Le système normatif à établir devrait inclure la création d'un organe de suivi indépendant chargé de garantir que le processus décisionnel progresse par étapes complètement documentées, qu'il est adaptable, participatif et transparent, et qu'il assure la continuité et l'intégration des aspects sociétaux et techniques.

12.1.3 Conditions issues des consultations

L'ONDRAF estime que le développement et la réalisation de la solution technique qu'il préconise devront satisfaire, en sus des normes et réglementations applicables, à des conditions issues des consultations effectuées. Ces conditions découlent de préoccupations largement partagées par le public et de préoccupations des instances officielles consultées. Certaines sont liées au développement et à la réalisation d'une solution pour la gestion à long terme des déchets radioactifs et ont été transposées par

l'ONDRAF au cas spécifique d'un dépôt géologique (section 12.1.3.1), tandis que d'autres portent sur la nécessité de suivre les évolutions relatives à des pistes de gestion examinées dans le Plan Déchets mais non retenues (section 12.1.3.2).

D'autres préoccupations sociétales, et en particulier la nécessité d'un suivi indépendant du processus décisionnel, ont été intégrées dans la solution technique et/ou dans le processus décisionnel ébauché par l'ONDRAF.

12.1.3.1 Conditions relatives au développement et à la réalisation de la solution technique préconisée

De manière générale, le public, qu'il soit ou non favorable à une solution de type « dépôt géologique », estime que les déchets radioactifs doivent pouvoir être retirés de l'installation dans laquelle ils se trouvent, que le bon fonctionnement et la sûreté de cette installation doivent pouvoir être contrôlés et que les connaissances relatives tant aux déchets qu'à l'installation doivent être transférées de génération en génération.

L'ONDRAF entend prendre ces demandes en compte pour le développement et la réalisation de la solution de dépôt géologique qu'il préconise. *Leur portée exacte devra être précisée en concertation avec l'ensemble des parties prenantes, compte tenu de la nécessité de satisfaire aux impératifs de sûreté et de faisabilité technique et financière.*

Ainsi, l'ONDRAF s'engage à

- assurer la réversibilité en exploitation du dépôt et à examiner les dispositions qui pourraient faciliter la récupération éventuelle des déchets après fermeture partielle ou complète du dépôt durant une période encore à définir. Le renforcement de la récupérabilité dans la conception et la réalisation d'un dépôt ne peut toutefois se faire au détriment de la sûreté, de la sécurité et des *safeguards* ; il pourrait avoir un impact sur le coût du dépôt ;
- maintenir les contrôles du bon fonctionnement du système de dépôt qui viendront en sus des contrôles réglementaires pendant une période à convenir avec les parties prenantes. Ces contrôles ne pourront toutefois se faire au prix de perturbations du système, et donc de son bon fonctionnement ;
- préparer au mieux le transfert aux générations futures des connaissances relatives au dépôt, y compris la mémoire de son emplacement, et aux déchets qu'il contient. Ce transfert pourra s'organiser aux niveaux tant national qu'international, notamment via les rapports à fournir dans le cadre d'obligations internationales. Il appartiendra toutefois à chaque génération de décider des connaissances et moyens qu'elle veut transmettre à la génération suivante.

12.1.3.2 Conditions de suivi

Parallèlement au développement et à la réalisation de la solution de dépôt géologique qu'il préconise, l'ONDRAF continuera à suivre les évolutions relatives à des pistes de gestion examinées dans le Plan Déchets mais non retenues. Ainsi, il continuera à

- suivre l'évolution des connaissances relatives aux formations schisteuses en tant que telles et en tant que formations hôtes potentielles, de manière à disposer

d'une solution de repli sur le territoire belge si les argiles peu indurées devaient finalement être rejetées ;

- suivre l'évolution des connaissances relatives à la mise en forages profonds, de manière à disposer le cas échéant d'une solution pour la gestion à long terme de quantités très limitées de déchets dont on souhaiterait rendre la récupération particulièrement difficile ;
- suivre, via les instances internationales, les évolutions en matière de développement de dépôts géologiques partagés par plusieurs pays de l'Union européenne, afin d'appréhender les politiques en la matière et leurs impacts éventuels sur le programme belge ;
- suivre les développements nationaux et internationaux relatifs aux technologies nucléaires avancées, bien que ces technologies n'apporteront aucune contribution à la gestion à long terme des déchets conditionnés existants et prévus. Ce suivi se justifie du fait que, d'une part, la politique de gestion des combustibles commerciaux irradiés du parc nucléaire actuel n'est pas encore connue et, d'autre part, les installations de recherche dédiées aux technologies nucléaires avancées produiront elles-mêmes des déchets qui devront être gérés à long terme.

12.2 Propositions et recommandations relatives à des questions dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF

Les propositions et recommandations relatives à des questions dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF, mais qui ont ou auront un impact sur ses activités de gestion, peuvent être réparties en deux groupes : celles qui touchent à la gestion à long terme des déchets B&C et celles qui portent sur le développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires.

12.2.1 Gestion à long terme des déchets B&C

Afin d'être en mesure de mener à bien sa mission de gestion des déchets B&C, l'ONDRAF ne doit pas seulement avoir confirmation de la solution qu'il préconise pour leur gestion à long terme, mais il doit aussi

- disposer d'un cadre réglementaire suffisamment clair et complet relatif à la mise en dépôt géologique des déchets B&C ;
- être en mesure d'anticiper en temps utile les variations éventuelles dans les volumes et types de déchets B&C à mettre en dépôt géologique.

Ces points ne sont pas du seul ressort de l'ONDRAF.

Plus précisément,

- *concernant le cadre réglementaire spécifique à la mise en dépôt géologique des déchets B&C,*
 - ▶ l'ONDRAF souhaite que ce cadre, actuellement en cours de développement par l'AFCN, soit disponible dans les meilleurs délais ;

- *concernant la possibilité d'anticiper en temps utile les variations éventuelles dans les volumes et types de déchets B&C à mettre en dépôt géologique,*
 - ▶ l'ONDRAF recommande que soit clarifié le statut (ressource ou déchet) des combustibles nucléaires irradiés des réacteurs commerciaux ;
 - ▶ l'ONDRAF recommande que soit clarifié le statut (ressource ou déchet) des matières fissiles enrichies et des matières plutonifères (matières hors combustibles, au sens de l'arrêté royal du 30 mars 1981) ;
 - ▶ l'ONDRAF recommande que son avis soit sollicité en temps opportun par les autorités compétentes dans tout dossier dans le cadre duquel doivent être prises des décisions susceptibles d'avoir un impact significatif sur la gestion des déchets radioactifs (par exemple, recours au retraitement des combustibles irradiés, augmentation du taux de combustion des combustibles, conception d'une nouvelle installation nucléaire majeure, assainissement d'un site présentant une pollution radioactive).

L'absence de cadre réglementaire spécifique à la mise en dépôt géologique des déchets B&C et les incertitudes relatives aux variations éventuelles dans les volumes et types de déchets B&C à mettre en dépôt géologique ne remettent toutefois pas en cause la nécessité d'une décision de principe et la possibilité de prendre cette décision.

12.2.2 Développement d'un ou de plusieurs systèmes de gestion complémentaires, en particulier pour les déchets radifères

L'ONDRAF devant assurer la gestion à long terme de l'ensemble des déchets radioactifs présents en Belgique, il entend se préparer à différentes problématiques concernant des substances qui n'ont actuellement pas le statut de déchets radioactifs mais qui pourraient acquérir ce statut ultérieurement, ces problématiques étant liées à des situations existantes qui ont fait ou sont susceptibles de faire l'objet d'une décision d'assainissement radiologique par l'AFCN. De même, il entend se préparer à la problématique de la gestion à long terme de déchets radioactifs contenus dans des installations autorisées d'entreposage provisoire qui n'ont pas encore fait l'objet d'une demande de prise en charge par l'ONDRAF. Ces différentes problématiques concernent essentiellement des déchets radifères et des déchets NORM et TENORM. La préparation se fera de façon proportionnée à la maturité des différents dossiers.

La gestion à long terme des déchets radioactifs qui seront issus d'assainissements futurs et des déchets radioactifs contenus dans les installations autorisées d'entreposage provisoire amènera l'ONDRAF à développer un ou plusieurs systèmes de gestion complémentaires au système existant. Ces déchets ont en effet en commun d'être des déchets de longue durée de vie majoritairement de très faible et faible activité, répartis sur de nombreux sites, et de représenter des volumes potentiellement considérables.

Concrètement, l'ONDRAF établira dans les années qui viennent un plan dédié à la gestion à long terme des déchets radifères présents sur le site d'Umicore à Olen et dans ses alentours ainsi que des déchets radifères qu'il a déjà en entreposage. Ce plan visera à proposer une politique de gestion à long terme pour ces déchets, qui créera le cadre nécessaire pour leur gestion optimale, compte tenu de leurs spécificités. Pour être en mesure de le développer complètement, l'ONDRAF devra toutefois être informé par l'AFCN des principes généraux à appliquer pour la gestion à long terme des déchets

radifères et connaître en temps utile sa position quant à la nécessité, ou pas, d'assainir les différentes décharges et terrains d'Olen pour lesquels la question est actuellement pendante.

Par ailleurs, si l'AFCN juge que certaines autres situations (situations relatives à la problématique NORM et TENORM ou à la présence de pollutions radioactives diffuses anciennes sur certains terrains) doivent faire l'objet d'un assainissement radiologique, l'ONDRAF examinera la question de ces assainissements en concertation avec l'AFCN, le cas échéant dans le cadre d'un nouveau plan de gestion. Cet examen tiendra notamment compte du nombre et des caractéristiques des sites à assainir, des volumes et caractéristiques de déchets radioactifs (NORM et TENORM ou autres) qui pourraient résulter de ces assainissements et qui devraient être gérés à long terme ainsi que des possibilités de gestion à long terme de ces déchets.

La perspective d'un plan dédié à la gestion à long terme des déchets radifères et, le cas échéant, d'un ou de plans ultérieurs ne remet pas en question les considérations et conclusions relatives aux déchets de catégorie B et aux déchets de catégorie C développées dans le présent Plan Déchets : ces déchets existants et prévus peuvent être gérés à long terme dans le cadre de la solution globale préconisée par l'ONDRAF.

Annexes

A1 Origines et caractéristiques des déchets B&C

Les déchets B&C ont des origines et caractéristiques diverses. La table au verso donne l'estimation, à fin 2010, des déchets B&C existants et dont la production est prévue, principalement dans le cadre de l'exploitation durant 40 ans des sept centrales nucléaires actuelles et de leur démantèlement [36]. Elle ne couvre pas les modifications qui résulteraient du transfert de déchets entre les catégories A et B (section 10.2.3), celles qui résulteraient de la déclaration de matières fissiles enrichies et de matières plutonifères comme déchets (section 10.2.4) et celles qui touchent à des modifications éventuelles de l'inventaire en déchets radifères de catégorie B (section 10.2.5). Aucune de ces modifications éventuelles ne remet toutefois en question la nécessité d'une décision de principe en matière de gestion à long terme des déchets B&C et la possibilité de prendre une telle décision.

L'inventaire technique officiel de l'ONDRAF est en cours d'actualisation. Il devrait être disponible début 2012.

Origine	Catégorie	Classe	Description	Matrice	Colis primaire (CP) Nombre	Type	
a - Fabrication de combustible							
a-1	B	LAGAL	Déchets solides alpha de faible activité	ciment	1090	acier, 400 litres	
b - Production d'électricité							
<i>b1 - Centrales nucléaires</i>							
Exploitation	b1-1	B	MAGAL	Tihange, résines thermocompactées	ciment	440	acier, 400 litres
	b1-2	B	M / L AGAL	Doel/Tihange, déchets solides divers de moyenne et faible activité	ciment	40	acier, 400 litres
	b1-3	B	LAGAL	Doel/Tihange, déchets solides divers de faible activité	ciment	47	béton armé, 1000 litres
	b1-4	B	LAGAL	Doel/Tihange, déchets solides divers de faible activité	ciment	24	béton armé, 1600 litres
Démantèlement	b1-5	B	MAGAL	Doel/Tihange, composants solides du cœur des réacteurs	--	850	fonte, MOSAIK, 1300 litres
<i>b2 - Combustibles irradiés des centrales nucléaires</i>							
Retraitement (1)	b2-1	C	ZAGALC	Doel1/2 et Tihange 1, solutions de dissolution du retraitement de combustibles à La Hague	verre	387	acier, CSD-V, 180 litres
	b2-2	B	HAGALC2	Doel1/2 et Tihange 1, déchets de structure compactés du retraitement de combustibles à La Hague	--	432	acier, CSD-C, 180 litres
	b2-3	B	HAGALC3	Doel1/2 et Tihange 1, effluents secondaires du retraitement de combustibles à La Hague	verre	62	acier, CSD-B, 180 litres
	b2-4	C	ZAGALC	Tous les réacteurs de puissance, solutions de dissolution du retraitement de combustibles à La Hague	verre	2828 (2)	acier, CSD-V, 180 litres
Retraitement futur éventuel des combustibles irradiés (1)	b2-5	B	HAGALC2	Tous les réacteurs de puissance, déchets de structure compactés du retraitement de combustibles à La Hague	--	3760 (2)	acier, CSD-C, 180 litres
ou	b2-6	C	ZAGALS	Assemblages MOX irradiés (tous déchargés)	(3)	144	boîtier acier, 275 litres
Assemblages de combustible irradié	b2-7	C	ZAGALS	Assemblages UOX irradiés	(3)	10250	boîtier acier, 200 à 325 litres
c - Recherche, développement et pilotes nucléaires - Gestion des déchets							
<i>c1 - Combustibles irradiés des réacteurs de recherche : non retraités</i>							
	c1-1	C (3)	ZAGALS (3)	Combustibles irradiés BR3 et VENUS (UOX et MOX)	(3)	85 (3)	(3)
	c1-2	B	MAGAL	Combustible irradié THETIS (UOX) et poudre UOX non irradiée	ciment	7	acier, 400 litres
	c1-3	B	LAGAL	Combustibles irradiés BR1, uranium métal	(3)	70 (3)	(3)
<i>c2 - Combustibles irradiés des réacteurs de recherche : retraitement à l'étranger</i>							
	c2-1	C	ZAGALC	Solutions de dissolution du retraitement de combustibles BR2 à La Hague	verre	5	acier, CSD-V, 180 litres
	c2-2	B	HAGALC2	Déchets de structure compactés du retraitement de combustibles BR2 à La Hague	--	6	acier, CSD-C, 180 litres
	c2-3	B	MAGALD	Solutions de dissolution du retraitement de combustibles BR2 à Dounreay	ciment	123	acier, 500 litres
<i>c3 - Combustibles irradiés retraités à l'usine Eurochemic</i>							
	c3-1	B	HAGALP1	Solutions de dissolution du retraitement à Eurochemic de combustibles hautement enrichis, conditionnement Pamela	verre	934	acier, 60 litres
	c3-2	B	HAGALP1	Solutions de dissolution du retraitement à Eurochemic de combustibles faiblement enrichis, conditionnement Pamela	verre	467	acier, 60 litres
	c3-3	B	HAGALP1	Solutions de dissolution du retraitement à Eurochemic de combustibles faiblement enrichis, conditionnement Pamela VITROMET	verre / plomb	100	acier, 60 litres
	c3-4	B	HAGALP2	Solutions de dissolution du retraitement à Eurochemic de combustibles hautement enrichis, conditionnement Pamela	verre	702	acier, 150 litres
	c3-5	B	HAGALP3	Résidus insolubles d'Eurochemic (combustibles, gaines, structures)	ciment	115	acier, 150 litres
	c3-6	B	MAGALE	Effluents Eurochemic de moyenne activité, conditionnement Eurobitum	bitume	11487	acier, 220 litres

c - Recherche, développement et pilotes nucléaires - Gestion des déchets (suite)

c3 - Combustibles irradiés retraités à l'usine Eurochemic

c3-7	B	MAGALE	Déchets Eurochemic solides, moyenne activité, conditionnement Eurobitum	bitume	82	acier, 220 litres
c3-8	B	MAGALE	Déchets Eurochemic, solides réactifs, moyenne activité, conditionnement Eurobitum	bitume	17	acier, 220 litres
c3-9	B	MAGALE	Effluents Eurochemic, moyenne activité, conditionnement Eurobitum	bitume	9	acier, 220 litres

c4 - Exploitation et démantèlement

c4-1	B	HAGALBE	Composants béryllium métal et inox, réacteur BR2	sable / ciment	17	acier, 150 litres
c4-2	B	MAGALBE	Composants béryllium métal, réacteur BR2	sable / ciment	41	acier, 400 litres
c4-3	B	MAGALE	Effluents de moyenne activité, diverses origines (4), conditionnement Eurobitum	bitume	1950	acier, 220 litres
c4-4	B	MAGAL	Déchets solides de moyenne activité, diverses origines (4), conditionnement Pamela ou HRA Solarium	ciment	400	acier, 400 litres
c4-5	B	M / L AGAL	Effluents de moyenne et faible activité, diverses origines (4), conditionnement Mummie	bitume	140	acier, 400 et 220 litres
c4-6	B	MAGAL	Déchets d'exploitation et de démantèlement de l'unité de vitrification Pamela, moyenne activité	ciment	277	acier, 200 litres
c4-7	B	MAGAL	Déchets solides de moyenne activité du démantèlement du BR3 et de l'exploitation du BR2	ciment	67	acier, 400 litres
c4-8	B	MAGAL	Effluents de moyenne activité	(3)	1350 (3)	acier, 400 litres
c4-9	B	MAGAL	Déchets solides de moyenne activité	(3)	100 (3)	acier, 400 litres
c4-10	B	LAGAL	Déchets solides Eurochemic de faible activité, conditionnement 123	ciment	52	acier / ciment, 2200 litres
c4-11	B	LAGAL	Déchets solides Eurochemic et SCK•CEN de faible activité, conditionnement 123	ciment	167	acier 400 litres
c4-12	B	LAGAL	Déchets solides de faible activité, diverses origines (4), conditionnement Pamela ou HRA Solarium ou CILVA	ciment	1230	acier, 400 litres
c4-13	B	LAGAL	Déchets solides de faible activité, diverses origines (4), conditionnement HRA Solarium	ciment	21	acier / ciment, 2500 / 3300 litres
c4-14	B	LAGAL	Déchets solides de faible activité, diverses origines (4), conditionnement chambre alpha	bitume	1650	acier, 220 litres, suremballé
c4-15	B	LAGAL	Déchets solides de faible activité, diverses origines (4), conditionnement chambre alpha, reconditionnés	bitume / (ciment)	109	acier, 220 litres, suremballé
c4-16	B	LAGAL	Déchets solides et cendres compactées de faible activité, diverses origines (4)	bitume	571	acier, 220 litres, suremballé
c4-17	B	LAGAL	Déchets de faible activité	(3)	600 (3)	acier, 400 litres
c4-18	B	LAGAL	Déchets de faible activité, caractérisation en cours	(3)	32	acier, 600 litres
c4-19	B	RAGAL (5)	Déchets de démantèlement du programme "Actinium" du SCK•CEN	ciment	72	acier, 400 litres, suremballé
c4-20	B	RAGAL (5)	Déchets radifères solides, conditionnement HRA Solarium	ciment	160	acier, 430 litres
c4-21	B	RAGAL (5)	Effluents radifères, conditionnement HRA Solarium	ciment	120	acier, 430, 1400 et 3300 litres
c4-22	B	RAGAL (5)	Déchets radifères, conditionnement CILVA	ciment	3200	acier, 400 litres
c4-23	B	RAGAL (5)	Effluents radifères, conditionnement Mummie	bitume	636	acier, 400 litres
c4-24	B	RAGAL (5)	Déchets radifères	(3)	200 (3)	acier, 400 litres

d - Autres

d-1	B	MAGAL	Effluents de moyenne activité (essentiellement IRE)	(3)	150 (3)	acier, 400 litres
d-2	B	M / L / R AGAL (5)	Sources radioactives, paratonnerres, aiguilles de radium, détecteurs de fumée, ..., conditionnement CILVA	ciment	800	acier, 400 litres
d-3	B	RAGAL (5)	Déchets de démantèlement de l'unité de production de radium, site de Olen	ciment	222	acier, 400 litres, suremballé
d-4	B	RAGAL (5)	Déchets radifères de l'armée belge	sable / ciment	35	acier, 400 litres

■ La production des colis primaires est terminée.

■ Le type de déchets dépend du scénario en matière de retraitement (reprise ou abandon).

(1) L'uranium et le plutonium extraits sont valorisés.

(2) Cette information sera adaptée sur la base des retours d'expérience de fabrication, comme suit : 3732 CP type CSD-V et 3153 CP type CSD-C.

(3) Traitement / conditionnement encore à confirmer.

(4) Contiennent essentiellement des déchets d'origine "c"; contiennent une fraction de déchets d'autres origines.

(5) Les déchets radifères feront l'objet d'un plan spécifique, qui pourrait avoir un impact sur l'inventaire actuel des déchets de catégorie B. Les déchets radifères présents sur le site d'Umicore ne font actuellement pas partie de cet inventaire.

A2 Contribution du Plan Déchets au respect des impositions de la directive « Déchets »

Constatant que la gestion du combustible irradié et des déchets radioactifs demeure, en dernier ressort, de la compétence des Etats membres et que de nombreux pays n'ont pas encore pris les décisions essentielles nécessaires en ce qui concerne cette gestion, ce qui risque d'avoir des conséquences négatives sur les plans environnemental, économique et social et d'imposer une charge indue aux générations futures, la Commission européenne a considéré qu'il convenait d'établir un cadre juridique pour la gestion du combustible irradié et des déchets radioactifs. Le Conseil de l'Union européenne a adopté le 19 juillet 2011 une directive Euratom, dite directive « Déchets », établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs [169]. Cette directive comporte un certain nombre de points ayant un rapport direct avec le Plan Déchets (voir cadre).

Quelques points saillants de la directive européenne de 2011 relative à la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ayant un rapport direct avec le Plan Déchets

Remarque liminaire : la terminologie de la directive a été légèrement adaptée afin de permettre une meilleure cohérence avec la terminologie utilisée dans le Plan Déchets.

La directive veille à ce que les Etats membres prennent les dispositions appropriées au niveau national pour assurer un niveau élevé de sûreté dans la gestion du combustible irradié et des déchets radioactifs et assurent la nécessaire information du public et sa participation. Son champ d'application couvre toutes les étapes de la gestion du combustible irradié et des déchets radioactifs issus d'applications civiles, de la production jusqu'à la mise en dépôt final.

En particulier, la directive impose aux Etats membres concernés d'instituer et de maintenir des politiques nationales de gestion des combustibles irradiés et des déchets radioactifs. Ces politiques devront respecter une série de principes, parmi lesquels on trouve :

- une gestion à long terme reposant sur des dispositifs de sûreté passive ;
- le principe du *pollueur payeur* ;
- un processus décisionnel documenté et fondé sur des données probantes régissant toutes les étapes de la gestion ;
- la mise en dépôt des déchets radioactifs et du combustible irradié considéré comme déchet sur le territoire de l'Etat membre où ils ont été produits.

La directive impose aussi aux Etats membres concernés l'établissement et le maintien d'un cadre législatif, réglementaire et organisationnel national spécifiant notamment les responsabilités des différents organismes compétents, le programme de mise en œuvre des politiques de gestion, les dispositions assurant la sûreté de la gestion, un système d'octroi d'autorisations, les mesures appropriées pour les périodes qui suivent la fermeture d'installations de dépôt, les mécanismes de financement nécessaires (en ce compris la suffisance et la disponibilité des ressources financières le moment venu) ainsi que les dispositions en matière d'information et de participation du public. Elle impose aussi l'établissement de systèmes de gestion intégrés, comprenant une garantie de la qualité, qui accordent la priorité requise à la sûreté.

Aux termes de la directive, chaque Etat membre concerné doit aussi établir et mettre à jour un programme national couvrant toutes les étapes de la gestion du combustible irradié et des déchets radioactifs, programme qui devra notamment décrire les solutions de gestion proposées, les activités de RD&D, les estimations des coûts, les mécanismes de financement, les responsabilités et calendriers relatifs à la réalisation de ces solutions ainsi que la politique de transparence vis-à-vis du public.

Par ailleurs, dans ses considérants, la directive stipule clairement que la mise en dépôt géologique constitue actuellement la solution la plus sûre et la plus durable pour la gestion à long terme des déchets de haute activité et du combustible irradié considéré comme déchet, l'entreposage, y compris à long terme, restant une solution provisoire qui ne saurait constituer une alternative au dépôt. Ainsi, les Etats membres devraient prévoir la planification et la mise en œuvre de solutions de mise en dépôt dans leurs politiques nationales de gestion du combustible irradié et des déchets radioactifs.

Toujours dans ses considérants, elle indique aussi qu'étant donné que le processus de mise en place d'installations de mise en dépôt s'étendra sur plusieurs décennies, le maintien de la flexibilité et de l'adaptabilité dans les programmes de mise en dépôt est généralement considéré comme nécessaire. A cette fin, la réversibilité et la récupérabilité en tant qu'éléments d'exploitation et de conception peuvent servir à orienter la mise au point technique d'un système de dépôt. Toutefois, ces éléments ne sauraient se substituer à une installation de dépôt bien conçue, dont on peut être sûr qu'elle puisse être fermée.

La transposition de la directive en droit fédéral belge devra se faire endéans les deux ans après son entrée en vigueur. Le premier programme national devra être notifié à la Commission dans un délai de quatre ans maximum après l'entrée en vigueur de la directive (soit le 23 août 2015 au plus tard).

Le Plan Déchets de l'ONDRAF constitue donc un acte préparatoire pour le programme national belge.

La solution pour la gestion à long terme des déchets B&C préconisée dans le Plan Déchets, si elle est validée par une décision de principe, contribuera à répondre à plusieurs des impositions de la directive « Déchets », dont les impositions suivantes :

- la responsabilité nationale de la gestion (Article 4, 1.) ;
- l'établissement d'une politique de gestion (Article 4, 1.) qui respecte les principes édictés à l'Article 4, 3., notamment la prise en compte des interdépendances des différentes étapes de la production et de la gestion du combustible irradié et des déchets radioactifs (Article 4, 3. b), le fait que la gestion à long terme soit basée sur des dispositifs de sûreté passive (Article 4, 3. c), la prise en charge des coûts de gestion par les producteurs des déchets (Article 4, 3. e), l'établissement d'un processus décisionnel documenté et fondé sur des données probantes (Article 4, 3. f) ;
- la mise en dépôt des déchets sur le territoire de l'Etat membre où ils ont été produits (Article 4, 4.) ;
- l'établissement d'un programme de mise en œuvre de la politique de gestion (Article 5, 1. a) ;
- la répartition des responsabilités entre les organismes impliqués dans la gestion à long terme (Article 5, 1. f) ;
- le maintien et le développement des compétences et qualifications ainsi que la réalisation des activités de recherche et de développement nécessaires pour couvrir les besoins du programme de mise en œuvre de la politique de gestion (Article 8) ;
- la disponibilité, le moment venu, de ressources financières suffisantes, en tenant dûment compte de la responsabilité des producteurs de combustibles irradiés et de déchets radioactifs (Article 9) ;
- la possibilité pour le public de participer au processus décisionnel (Article 10, 2.).

Le Plan Déchets constitue en outre un acte préparatoire pour le programme national belge prévu aux Articles 11 et 12, en ce sens que ce dernier devra notamment décrire les solutions de gestion proposées, les activités de RD&D, les estimations des coûts, les mécanismes de financement, les responsabilités et les calendriers relatifs à la réalisation de ces solutions ainsi que la politique de transparence vis-à-vis du public.

La solution de gestion à long terme préconisée pour les déchets B&C correspond aussi à plusieurs des considérants introduisant ladite directive. Ainsi :

- les déchets radioactifs, y compris le combustible irradié considéré comme déchet, doivent être confinés et isolés durablement des êtres humains et de la biosphère. Du fait de leur nature spécifique, à savoir de leur teneur en radionucléides, il est impératif de prendre des dispositions afin de protéger l'environnement et la santé humaine contre les dangers résultant des rayonnements ionisants, y compris la mise en dépôt dans des installations appropriées qui serviront d'emplacement final. L'entreposage de déchets radioactifs, y compris à long terme, n'est qu'une solution provisoire qui ne saurait constituer une alternative au dépôt final (Considérant 21) ;
- il est communément admis que sur le plan technique, la mise en dépôt géologique constitue actuellement la solution la plus sûre et la plus durable en tant qu'étape finale de la gestion des déchets de haute activité et du combustible irradié considéré comme déchet (Considérant 23) ;
- la réversibilité et la récupérabilité en tant qu'éléments de conception et d'exploitation peuvent servir à orienter la mise au point technique d'une installation de dépôt. Toutefois, ces éléments ne pourraient remplacer une installation de dépôt bien conçue, dont on peut être sûr qu'elle pourra être fermée (Considérant 23) ;
- chaque Etat membre a l'obligation morale d'éviter d'imposer aux générations futures des contraintes excessives liées aux combustibles irradiés et aux déchets radioactifs (Considérant 24).

Les réponses aux questions dont la réponse n'est pas du seul ressort de l'ONDRAF devraient aussi, à terme, contribuer à respecter davantage les impositions susmentionnées, voire à en respecter d'autres. En particulier :

- l'établissement (ou la finalisation) par l'AFCN de cadres réglementaires spécifiques à la sûreté de la mise en dépôt géologique des déchets B&C et à la gestion à long terme des déchets radioactifs issus des assainissements (et en particulier des déchets de (très) faible activité et de longue durée de vie) ainsi que d'une législation relative aux interventions contribuera à compléter le cadre réglementaire en matière de sûreté dont question à l'Article 5, 1. b ;
- la clarification du statut des combustibles nucléaires irradiés des réacteurs commerciaux ainsi que celui des matières fissiles enrichies et des matières plutonifères est une condition à la fixation de la politique nationale de gestion demandée par l'Article 4, 1 ;
- les réponses aux questions connexes relatives à l'inventaire des déchets B&C contribueront à répondre aux exigences de l'Article 12, 1. c.

A3 Définitions issues du cadre légal et réglementaire belge

Activité professionnelle : activité qui n'est pas une pratique mais qui implique la présence de sources naturelles de rayonnements ionisants et qui est susceptible d'entraîner une augmentation notable de l'exposition des personnes, non négligeable du point de vue de la protection contre les rayonnements ionisants (AR du 20 juillet 2001, d'après l'article 1)

Combustible irradié : matières fissiles ou plutonifères contenues dans une structure permettant leur utilisation dans un réacteur, après leur déchargement définitif du réacteur (AR du 30 mars 1981, article 1)

Déchets radioactifs : toute matière pour laquelle aucune utilisation n'est prévue et qui contient des radionucléides en concentration supérieure aux valeurs que les autorités compétentes considèrent comme admissibles dans des matériaux propres à une utilisation ou au rejet sans contrôle (AR du 30 mars 1981, article 1)

Déchets radioactifs d'origine étrangère : déchets radioactifs ayant obtenu leurs caractéristiques de radioactivité en dehors de la Belgique, sauf si cette radioactivité provient d'équipements et/ou de déchets d'origine belge traités à l'étranger (AR du 30 mars 1981, article 1)

Dépôt (ou stockage définitif) : mise en place de combustible usé ou de déchets radioactifs dans une installation appropriée sans intention de les récupérer (loi du 2 août 2002, article 2)

Entreposage de combustible irradié : stockage temporaire de ces matières dans l'attente du retraitement ou de leur classification comme déchets radioactifs (AR du 30 mars 1981, article 1)

Entreposage de déchets radioactifs : stockage temporaire de tels déchets dans l'intention de, et de manière à pouvoir les reprendre ultérieurement (AR du 30 mars 1981, article 1)

Entreposage de matières plutonifères et de combustible neuf : stockage temporaire de ces matières dans l'attente d'une utilisation ultérieure éventuelle ou de leur classification comme déchets radioactifs (AR du 30 mars 1981, article 1)

Fermeture : achèvement de toutes les opérations un certain temps après la mise en place de combustible usé ou de déchets radioactifs dans une installation de stockage définitif. Ces opérations comprennent les derniers ouvrages ou autres travaux requis pour assurer à long terme la sûreté de l'installation (loi du 2 août 2002, article 2)

Intervention : activité humaine destinée à prévenir ou à réduire l'exposition des individus aux rayonnements ionisants à partir de sources qui ne font pas partie d'une pratique ou ne sont pas maîtrisées, en agissant sur les sources de rayonnement ionisant, les voies d'exposition et les individus eux-mêmes (AR du 20 juillet 2001, article 2)

Matières fissiles enrichies : toutes matières contenant des isotopes fissiles d'uranium en teneur supérieure à celle de l'uranium naturel, et se trouvant sous une forme autre que celle de combustible neuf ou irradié (AR du 30 mars 1981, article 1)

Matières plutonifères : toutes matières contenant des isotopes fissiles de plutonium, et se trouvant sous une forme autre que celle de combustible neuf ou irradié (AR du 30 mars 1981, article 1)

Pratique : activité humaine susceptible d'accroître l'exposition des individus au rayonnement ionisant provenant d'une source artificielle ou d'une source naturelle de rayonnement lorsque des radionucléides naturels sont traités en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles, sauf dans le cas d'une exposition d'urgence (AR du 20 juillet 2001, article 2)

Prise en charge : ensemble des opérations techniques et administratives nécessaires pour assurer l'enlèvement des déchets radioactifs ou des quantités excédentaires du site des producteurs et leur transfert dans les installations gérées par l'Organisme (AR du 30 mars 1981, article 1)

Quantités excédentaires : quantités de matières fissiles enrichies, de matières plutonifères ou de combustible neuf ou irradié pour lesquelles aucune utilisation ou transformation ultérieure n'est prévue par le producteur ou l'exploitant (AR du 30 mars 1981, article 1)

Réception : opération réalisée lors de la prise en charge des déchets ou des quantités excédentaires et destinée à vérifier la conformité de ceux-ci avec les spécifications en vigueur, en vue du transfert de responsabilité (AR du 30 mars 1981, article 1)

Source : substance radioactive, ou appareil ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants ou contenant des substances radioactives (AR du 20 juillet 2001, article 2)

Source orpheline : source dont le niveau d'activité au moment de sa découverte est supérieur au niveau d'exemption visé à l'annexe IA et qui n'est pas sous contrôle réglementaire, soit parce qu'elle n'a jamais fait l'objet d'un tel contrôle, soit parce qu'elle a été abandonnée, perdue, égarée, volée ou transférée à un nouveau détenteur sans notification en bonne et due forme à l'autorité compétente ou sans que le destinataire en ait été informé (AR du 20 juillet 2001, article 2)

Substance radioactive : toute substance contenant un ou plusieurs radionucléides dont l'activité ou la concentration ne peut être négligée pour des raisons de radioprotection (loi du 15 avril 1994, article 1)

Traitement et conditionnement des déchets radioactifs : suite d'opérations mécaniques, chimiques, physiques et autres destinées à assurer la conversion des déchets radioactifs en colis répondant aux exigences opérationnelles de la manutention, du transport, de l'entreposage ou de l'évacuation (AR du 30 mars 1981, article 1)

A4 Acronymes

AEN/NEA	Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire / <i>OECD Nuclear Energy Agency</i>
AFCN/FANC	Agence fédérale de Contrôle nucléaire / <i>Federaal Agentschap voor Nucleaire Contrôle</i> (Belgique)
AIEA/IAEA	Agence internationale de l'énergie atomique / <i>International Atomic Energy Agency</i> (Nations Unies)
ALARA	<i>as low as reasonably achievable (taking into account economic and societal factors)</i> (aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociétaux)
Andra	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (France)
AR	arrêté royal
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (France)
CIPR/ICRP	Commission internationale de protection radiologique / <i>International Commission on Radiological Protection</i>
CNE	Commission nationale d'évaluation (France)
COGEMA	Compagnie générale des matières nucléaires (devenue AREVA NC) (France)
CoRWM	<i>Committee on Radioactive Waste Management</i> (Royaume-Uni)
COVRA	<i>Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval</i> (Pays-Bas)
EDRAM	<i>International Association for Environmentally Safe Disposal of Radioactive Materials</i>
EIE	Evaluation des incidences environnementales
FSC	<i>NEA Forum on Stakeholder Confidence</i> (Forum de l'AEN sur la confiance des parties prenantes)
GIE	groupement d'intérêt économique
HADES	<i>High-activity disposal experimental site</i>
IRE	Institut national des radioéléments (Belgique)
IRMM	<i>Institute for Reference Materials and Measurements</i> (Union européenne)
KASAM	Conseil national suédois pour les déchets nucléaires (Suède)
MONA	partenariat <i>Mols Overleg Nucleair Afval</i> (Belgique)
MOX	<i>mixed-oxide fuel</i>
Nagra	<i>Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle</i> / Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (Suisse)

NORM	<i>naturally occurring radioactive materials</i>
OCDE/OECD	Organisation de coopération et de développement économiques / <i>Organisation for Economic Cooperation and Development</i>
ONDRAF/NIRAS	Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies / <i>Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen</i> (Belgique)
OVAM	<i>Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij</i> (Belgique)
RD&D	recherche, développement et démonstration
SAFIR	<i>safety assessment and feasibility interim report</i>
SCK•CEN	<i>Studiecentrum voor Kernenergie / Centre d'Etudes de l'Energie Nucléaire</i> (Belgique)
SEA	<i>strategic environmental assessment</i>
SFC	<i>safety and feasibility case</i>
SKB	<i>Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company</i> (Suède)
SPRI	Service de Protection contre les radiations ionisantes (Belgique)
STORA	partenariat <i>Studie- en Overleggroep Radioactief Afval Dessel</i> (Belgique)
TENORM	<i>technologically enhanced, naturally occurring radioactive materials</i>
tHM	<i>ton Heavy Metal</i>
UKAEA	<i>United Kingdom Atomic Energy Authority</i> (Royaume-Uni)
VUB	<i>Vrije Universiteit Brussel</i> (Belgique)
WIPP	<i>Waste Isolation Pilot Plant</i> (Etats-Unis)

Références

- [1] Loi du 8 août 1980 relative aux propositions budgétaires 1979–1080, Moniteur belge du 15 août 1980
- [2] Arrêté royal du 30 mars 1981 déterminant les missions et fixant les modalités de fonctionnement de l'organisme public de gestion des déchets radioactifs et des matières fissiles, Moniteur belge du 5 mai 1981
- [3] Loi du 11 janvier 1991 remplaçant l'article 179, § 2, de la loi du 8 août 1980 relative aux propositions budgétaires 1979–1080, Moniteur belge du 12 février 1991
- [4] Arrêté royal du 16 octobre 1991 modifiant l'arrêté royal du 30 mars 1981 déterminant les missions et fixant les modalités de fonctionnement de l'organisme public de gestion des déchets radioactifs et des matières fissiles, Moniteur belge du 22 novembre 1991
- [5] Loi-programme du 12 décembre 1997 portant des dispositions diverses, Moniteur belge du 18 décembre 1997
- [6] Loi du 29 décembre 2010 portant des dispositions diverses, Moniteur belge du 31 décembre 2010
- [7] Loi du 2 août 2002 portant assentiment à la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, faite à Vienne le 5 septembre 1997, Moniteur belge du 25 décembre 2002
- [8] Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, INFCIRC/546, IAEA/AIEA, 1997
- [9] Directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement, Journal officiel n° L 197, 21 juillet 2001
- [10] NEA/AEN, SAFIR 2: Belgian R&D Programme on the Deep Disposal of High-level and Long-lived Radioactive Waste: An International Peer Review, OECD/NEA, 2003
- [11] Lettre du Ministre de tutelle de l'ONDRAF à l'ONDRAF, Dossier langetermijnbeheer afval van de categorieën B en C, MV/DO/19.11.04-017276, 19 novembre 2004
- [12] 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, Moniteur belge du 10 mars 2006
- [13] Directive 2003/35/CE du Parlement européen et du Conseil du 26 mai 2003 prévoyant la participation du public lors de l'élaboration de certains plans et programmes relatifs à l'environnement, et modifiant, en ce qui concerne la participation du public et l'accès à la justice, les directives 85/337/CEE et 96/61/CE du Conseil, Journal officiel n° L 156, 25 juin 2003

- [14] Lettre du Ministre de tutelle de l'ONDRAF à l'ONDRAF, Berging op Belgisch grondgebied van het afval van categorie A, MV/EDC/BA/cb/2006-007081, 5 juli 2006
- [15] Resource Analysis, Strategic Environmental Assessment (SEA) pour le Plan Déchets de l'ONDRAF — Rapport principal, 2010 (disponible sur www.ondraf-plandechets.be)
- [16] ONDRAF/NIRAS, SAFIR 2: Safety Assessment and Feasibility Interim Report 2, report NIROND 2001-06 E, 2001
- [17] ONDRAF/NIRAS, Aperçu technique du rapport SAFIR 2 : Safety Assessment and Feasibility Interim Report 2, rapport NIROND 2001-05 F, 2001
- [18] ONDRAF/NIRAS, Vers une gestion durable des déchets radioactifs — Contexte du rapport SAFIR 2, rapport NIROND 01-07 F, 2001
- [19] United Nations, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 — Development and International Co-operation: Environment, 1987
- [20] Nations Unies, Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Sommet Planète Terre), Rio de Janeiro (Brésil), 3-14 juin 1992, A/CONF.151/26 (Vol. I)
- [21] Leuvens Onderzoeksnetwerk Duurzame Ontwikkeling (LONDO), Duurzame ontwikkeling — Een multidisciplinaire visie, Acco, 2009
- [22] Loi du 5 mai 1997 relative à la coordination de la politique fédérale de développement durable, Moniteur belge du 18 juin 1997
- [23] Nations Unies, Rapport du Sommet mondial pour le développement durable, Johannesburg (Afrique du Sud), 26 août - 4 septembre 2002, A/CONF.199/20
- [24] Eggermont, G., Hugé, J., Nuclear Energy Governance, Deliverable 4.1, SEPIA Project, Brussels: Belgian Science Policy 2011
- [25] Nations Unies, Programme Action 21 « A Blueprint for Sustainable Development », Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Sommet Planète Terre), Rio de Janeiro (Brésil), 3-14 juin 1992
- [26] CIPR, Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 103 de la CIPR, Ed. TEC & DOC, 2009
- [27] Kourilsky, Ph., Du bon usage du principe de précaution, Ed. O. Jacob, 2002
- [28] Commission européenne, Communication de la Commission sur le recours au principe de précaution, COM(2000)1, 2000
- [29] Dialogue Learning Centre (DLC), Rapport de la Consultation sociétale « La gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et de longue durée de vie » — Une consultation organisée par l'ONDRAF, printemps 2009 (disponible sur www.ondraf-plandechets.be)

- [30] Goorden, L., Weyns, W., Zwetkoff, C., Rapport d'audit des Dialogues de l'ONDRAF néerlandophones et francophones et de la Conférence Interdisciplinaire, 2009 (disponible sur www.ondraf-plandechets.be)
- [31] Conférence citoyenne « Comment décider de la gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et de longue durée de vie ? » rapport final, Ed. Fondation Roi Baudouin, 2010
- [32] ONDRAF/NIRAS, Avis officiel, Consultation du public sur le Projet de Plan Déchets de l'ONDRAF et sur le rapport sur les incidences environnementales qui l'accompagne — gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie, Moniteur belge du 20 mai 2010
- [33] Comité d'avis SEA, Projet de Plan de Gestion à long terme des déchets conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie (Avis portant sur le rapport des incidences environnementales), 28 juillet 2010 (disponible sur www.health.belgium.be)
- [34] ONDRAF/NIRAS, Déclaration relative au Plan Déchets en application de la loi du 13 février 2006 — Plan Déchets pour la gestion à long terme des déchets radioactifs conditionnés de haute activité et/ou de longue durée de vie et aperçu de questions connexes, NIROND 2011-03 F, 2011
- [35] 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, Moniteur belge du 30 août 2001
- [36] ONDRAF/NIRAS, The wastes of categories B&C — General overview, note 2010-0998 (rev. 1), 2011
- [37] 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, Moniteur belge du 29 juillet 1994
- [38] République française, loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, Journal officiel de la république française, 29 juin 2006
- [39] Lettre du Service de Protection contre les radiations ionisantes à Union Minière, Radiumbesmetting in Olen, RIS/LVB/A.00.382, 10 mei 2000
- [40] 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, adoptée le 22 décembre 1993
- [41] Conseil des ministres, Compte rendu de la séance du 4 décembre 1998, 4 décembre 1998
- [42] ONDRAF/NIRAS, Inventaire des passifs nucléaires répertoriés par l'ONDRAF durant la période 2003–2007 — Rapport au Ministre de tutelle relatif à l'analyse des passifs nucléaires potentiels associés aux installations nucléaires et aux sites contenant des substances radioactives. Evaluation de l'existence, de la suffisance et de la disponibilité des provisions, rapport NIROND 2007-02 F, 2007

- [43] Directive 96/29/Euratom du Conseil du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants, Journal officiel n° L 159, 29 juin 1996
- [44] Lettre du Ministre de tutelle de l'ONDRAF à l'ONDRAF, Prise en charge en Belgique de déchets radioactifs du Grand-Duché de Luxembourg, 9.EN/0.250/94/0375 TVR/DMP, 22 avril 1994
- [45] ONDRAF/NIRAS, Rapport de gestion — Situation actuelle de la gestion des déchets radioactifs en Belgique, rapport NIROND 2008-02 F, 2008
- [46] Directive 85/337/CEE du Conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, Journal officiel n° L 175, 5 juillet 1985
- [47] Directive 97/11/CE du Conseil du 3 mars 1997 modifiant la directive 85/337/CEE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, Journal officiel n° L 073, 14 mars 1997
- [48] Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, Journal officiel n° L 330, 5 décembre 1998
- [49] Directive 2003/4/CE du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2003 concernant l'accès du public à l'information en matière d'environnement et abrogeant la directive 90/313/CEE du Conseil, Journal officiel n° L 41, 14 février 2003
- [50] Loi du 17 décembre 2002 portant assentiment à la Convention sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement, et aux Annexes I^{re} et II, faites à Aarhus le 25 juin 1998, Moniteur belge du 24 avril 2003
- [51] Loi du 5 août 2006 relative à l'accès du public à l'information en matière d'environnement, Moniteur belge du 5 août 2006
- [52] IAEA/AIEA, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, Vienna, 1995
- [53] IAEA/AIEA, Fundamental Safety Principles, Safety Fundamentals No. SF-1, Vienna, 2006
- [54] IAEA/AIEA, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, Vienna, 1996
- [55] IAEA/AIEA, Disposal of Radioactive Waste, Specific Safety Requirements, No. SSR-5, 2011
- [56] ICRP/CIPR, Annals of the ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Pergamon Press, 1990
- [57] ICRP/CIPR, Annals of the ICRP, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, ICRP Publication 77, Pergamon Press, 1998

- [58] ICRP/CIPR, Annals of the ICRP, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste, ICRP Publication 81, Pergamon Press, 2000
- [59] IAEA/AIEA, Classification of Radioactive Waste, General Safety Guide No. GSG-1, Vienna, 2009
- [60] ONDRAF/NIRAS, Le projet cAt à Dessel — Une solution à long terme pour les déchets de catégorie A belges, rapport NIROND 2010-02 F, 2010
- [61] ONDRAF/NIRAS, Comparaison des diverses options pour la gestion à long terme des déchets radioactifs de faible activité et de courte durée de vie — Aspects sûreté et différences de coûts, rapport NIROND 97-04, 1997
- [62] Arrêté royal du 18 novembre 2002 réglant l'agrément d'équipements destinés à l'entreposage, au traitement et au conditionnement de déchets radioactifs, Moniteur belge du 3 décembre 2002
- [63] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: berekening van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2003-1100 (herz. 0), 2003
- [64] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: radiologische spectra van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2004-0196 (herz. 0), 2004
- [65] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: chemische samenstelling van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2004-0975 (herz. 0), 2004
- [66] Groupe GEMIX, Quel mix énergétique idéal pour la Belgique aux horizons 2020 et 2030 ?, rapport final, 2009
- [67] Arrêté royal du 28 novembre 2008 instituant un groupe d'experts sur le mixte énergétique de la Belgique, Moniteur belge du 2 décembre 2008
- [68] Loi du 31 janvier 2003 sur la sortie progressive de l'énergie nucléaire à des fins de production industrielle d'électricité, Moniteur belge du 28 février 2003
- [69] ONDRAF/NIRAS, Estimation au 31.12.2008 des volumes de déchets radioactifs conditionnés attendus dans le cadre du programme de référence et en cas de prolongation de la durée de vie des centrales électronucléaires, note 2009-2416, 2009
- [70] Loi du 11 avril 2003 sur les provisions constituées pour le démantèlement des centrales nucléaires et pour la gestion des matières fissiles irradiées dans ces centrales, Moniteur belge du 15 juillet 2003
- [71] Lettre de la tutelle de l'ONDRAF à l'ONDRAF, Inventaris van alle nucleaire installaties en alle terreinen die radioactieve stoffen bevatten, Rapport NIROND 2007-02 – December 2007, PM/HP/EH/SJ/A3/adm/0292/03995E2/5000/2008/TVR/FR/002892, 9 januari 2009
- [72] Conseil de l'Union européenne, Résolution du Conseil sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, adoptée le 16 décembre 2008, 17438/1/08 Rev. 1, 7 janvier 2009
- [73] Rapport de synthèse de la troisième réunion d'examen des parties contractantes à la Convention commune sur la sûreté de la gestion du

combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, Vienne (Autriche), 11–20 mai 2009, JC/RM3/02/Rev.2

- [74] IAEA/AIEA, Policies and Strategies for Radioactive Waste Management, Nuclear Energy Series No. NW-G-1.1, Vienna, 2009
- [75] European Nuclear Energy Forum (ENEF), Contribution to the Stakeholder Consultation Process for a possible EU Instrument in the Field of Safe and Sustainable Spent Fuel and Radioactive Waste Management, final, April 2010
- [76] EDRAM, Long-Term Management of High-Level Waste: Defining National Strategies as a Sound Application of the Precautionary Principle, 2009 (disponible sur www.edram.info)
- [77] Lettre de l'AFCN à son ministre de tutelle, Rapport concernant la troisième réunion des parties contractantes à la Convention Commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, RIAD-TM-09/06-01, 19 juin 2009
- [78] U.S. Nuclear Waste Technical Review Board, Experience Gained From Programs to Manage High-Level Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel in the United States and Other Countries — A report to Congress and the Secretary of Energy, 2011
- [79] Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future, Draft Report to the Secretary of Energy, 2011
- [80] Nuclear Waste Management Organization (NWMO), OPG's Deep Geologic Repository Project for Low & Intermediate Level Waste, Environmental Impact Statement Summary, 2011
- [81] Nuclear Waste Management Organization (NWMO), Façonnons l'avenir ensemble : Processus de sélection d'un site pour le dépôt géologique en profondeur canadien pour combustible nucléaire irradié, 2010
- [82] République française, CNE 2, Commission nationale d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs, Rapport d'évaluation No. 4, 2010
- [83] Autorité de sûreté nucléaire (ASN), Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2010–2012, 2010
- [84] Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA), OPERA Research Plan, OPERA-PG-COV004, 2011
- [85] Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA), OPERA Outline of a disposal concept in clay, OPERA-PG-COV008, 2011
- [86] Committee on Radioactive Waste Management (CoRWM), Geological Disposal of Higher Activity Radioactive Wastes, CoRWM Report to Government, CoRWM document 2550, 2009
- [87] Office fédéral de l'énergie (OFEN), Plan Sectoriel « Dépôts en couches géologiques profondes — Conception générale », 2007
- [88] European Commission, Special Eurobarometer 297 / Wave 69.1, Attitudes towards radioactive waste, June 2008

- [89] National Research Council, Committee on Waste Disposal, The Disposal of Radioactive Waste on Land, publication 519, National Academy Press, Washington DC, 1957
- [90] Posiva Oy, The final disposal facility for spent nuclear fuel — Environmental impact assessment report, 1999
- [91] NIREX, Description of Long-term Management Options for Radioactive Waste Investigated Internationally, NIREX Report No. N/050, 2002
- [92] République française, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, L'état d'avancement et les perspectives des recherches sur la gestion des déchets radioactifs, rapporteurs M. C. Bataille et M. C. Birraux, rapport No. 250, 2005
- [93] République française, Commission particulière du débat public, Débat public sur les déchets radioactifs — Déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue : situer le contexte, les enjeux et les perspectives, 2005
- [94] ONDRAF/NIRAS, Plan Déchets — Etude de trois options d'entreposage, note 2010-0014 FR (rév. 2), 2010
- [95] ONDRAF/NIRAS, Conditioes voor implementatie van een geologische berging, nota 2010-0116 (herz. 0), 2010
- [96] ONDRAF/NIRAS, Conditions de mise en œuvre : forages profonds, note 2010-1095 (rev. 0), 2010 (en cours de révision)
- [97] Prij, J., On the design of a radioactive waste repository — Proefschrift Enschede, Universiteit Twente, 1991
- [98] Swedish National Council for Nuclear Waste (KASAM), Deep boreholes — An alternative for final disposal of spent nuclear fuel? Report from KASAM's question-and-answer session on 14–15 March 2007, report 2007:6e, 2007
- [99] Gera et al., Backfilling and sealing of radioactive waste repositories in argillaceous formations, Proceedings of a joint CEC-NEA Workshop « Sealing of radioactive waste repositories », Braunschweig (Germany), June 1989, EC report EUR 12298 & OECD press, 1989
- [100] IAEA/AIEA, Disposal Approaches for Long Lived Low and Intermediate Level Radioactive Waste, Nuclear Energy Series No. NW-T-1.20, Vienna, 2009
- [101] Swedish National Council for Nuclear Waste (KASAM), Nuclear Waste, State-of-the-Art Report 2007 — Responsibility of current generation, freedom of future generations, main report, SOU 2007:38, 2007
- [102] Massachusetts Institute of Technology (MIT), The Future of the Nuclear Fuel Cycle — An Interdisciplinary MIT Study, MIT, 2011
- [103] Commission européenne, Sixième rapport de la Commission au Parlement européen et au Conseil sur la gestion des déchets radioactifs et des combustibles irradiés dans l'Union européenne, COM(2008)542 final, 8 septembre 2008
- [104] Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe (PACE), Résolution 1588 « Déchets radioactifs et protection de l'environnement », adoptée le 23 novembre 2007 au nom de l'Assemblée par la Commission permanente

- [105] NEA/AEN, Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste — A Collective Statement by the NEA Radioactive Waste Management Committee (RWMC), OECD/NEA No. 6433, 2008
- [106] European Commission, Directorate-General for Energy, Roadmap to successful implementation of geological disposal in the EU, European Nuclear Energy Forum, EUR 24301 EN, Status 29 October 2009, published May 2010
- [107] IAEA/AIEA, The long-term storage of radioactive waste: safety and sustainability — A position paper of international experts, IAEA, Vienna, 2003
- [108] Swedish National Council for Nuclear Waste (KASAM), Ethical aspects on nuclear waste — Some salient points discussed at a seminar on ethical action in the face of uncertainty in Stockholm, Sweden, 1987, SKN report 29, 1988
- [109] AFCN, Avis de l’AFCN sur les documents de l’ONDRAF : Projet de Plan Déchets (PPD) et Evaluation des Incidences sur l’Environnement (EIE), note 010-149-F, 2 février 2011 (disponible sur www.fanc.fgov.be/GED/-00000000/2600/2694.pdf)
- [110] Grenèche, D., et al., Red-Impact: Impact of Partitioning, Transmutation and Waste Reduction Technologies on the Final Nuclear Waste Disposal (Synthesis Report), FZ Jülich, Series Energy & Environment, Vol. 15, 2008
- [111] Swedisch Nuclear Fuel and Waste Management Company (SKB), Partitioning and transmutation. Current developments – 2010, A report from the Swedish reference group for P&T-research, Technical Report TR-10-35, 2010
- [112] Position commune ONDRAF/NIRAS – SCK•CEN, Mise en dépôt géologique et cycles nucléaires avancés (disponible sur www.nirond.be)
- [113] IAEA/AIEA, Siting of Geological Disposal Facilities — A Safety Guide, Safety Series No. 111-G-4 1, Vienna, 1994
- [114] IAEA/AIEA, Site Selection Factors for Repositories of Solid High-level and Alpha-bearing Wastes in Geological Formations, Technical Reports Series No. 177, 1977
- [115] Commission européenne, Confinement géologique des déchets radioactifs dans la Communauté Européenne. Catalogue européen des formations géologiques présentant des caractéristiques favorables à l’évacuation des déchets radioactifs solidifiés de haute activité et/ou de longue vie. EUR 6891 FR, 1980
- [116] Commission européenne, Catalogue européen des formations géologiques présentant des caractéristiques favorables à l’évacuation des déchets radioactifs solidifiés de haute activité et/ou de longue vie. 2 — Belgique, Etat au 01.01.1978, 1979
- [117] ONDRAF/NIRAS, Description of the crystalline rocks occurring in Belgium, note 2007-1405, 2007
- [118] ONDRAF/NIRAS, Description of the evaporitic rocks of Belgium, note 2007-1403, 2007

- [119] ONDRAF/NIRAS, Assessment of the schists as potential host formations for high-level and/or long-lived radioactive waste disposal in Belgium — A desk study, note 2010-0898, 2010
- [120] Wouters, L., Vandenberghe, N., Géologie de la Campine — Essai de synthèse, ONDRAF/NIRAS, NIROND 94-12, 1994
- [121] Van Marcke, Ph., Laenen, B., The Ypresian Clays as possible host rock for radioactive waste disposal: an evaluation, ONDRAF/NIRAS report NIROND-TR 2005-01, 2005
- [122] SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie et Bureau fédéral du Plan, Etude sur les perspectives d’approvisionnement en électricité 2008–2017, 2009
- [123] Commission d’évaluation en matière d’énergie nucléaire, Rapport final, Ministère des Affaires économiques, 1976
- [124] ONDRAF/NIRAS, Safety Assessment and Feasibility Interim Report (SAFIR), ONDRAF/NIRAS, 1989
- [125] Commission d’évaluation SAFIR, Rapport final, Secrétariat d’Etat à l’Energie, 1990
- [126] Comité de lecture scientifique consultatif du rapport SAFIR 2, Avis final, Annexe 5 de l’Aperçu technique du rapport SAFIR 2 (NIROND 2001-05 F), 2001
- [127] ONDRAF/NIRAS, The Long-Term Safety Strategy for the Geological Disposal of Radioactive Waste — SFC1 level 4 report: second full draft, report NIROND-TR 2009-12 E, 2009
- [128] ONDRAF/NIRAS, The Long-Term Safety Assessment Methodology for the Geological Disposal of Radioactive Waste — SFC1 level 4 report: second full draft, report NIROND-TR 2009-14 E, 2009
- [129] Commission d’évaluation en matière d’énergie nucléaire, Rapports de synthèse, Ministère des Affaires économiques, 1976
- [130] Willy Claes, Eléments pour une nouvelle politique énergétique, Ministère des Affaires économiques, 1978
- [131] Commission d’évaluation en matière d’énergie nucléaire, Rapport final — Eléments d’actualisation, Ministère des Affaires économiques, 1982
- [132] Commission d’information et d’enquête en matière de sécurité nucléaire, Rapport au Sénat sur la problématique des déchets radioactifs, 1990
- [133] Rapport de la Commission pour l’Analyse des Modes de Production de l’Electricité et le Redéploiement des Energies (AMPERE) au Secrétaire d’Etat à l’Energie et au Développement durable, Conclusions et recommandations : résumé exécutif, 2000
- [134] ONDRAF/NIRAS, Cost Evaluation of Geological Disposal of Category B&C Waste for the Long Term Fund (Revision of 2009), report NIROND-TR 2009-15 E, 2009
- [135] Minon, J.-P., Lalieux, Ph., De Preter, P., Belgian policies regarding radioactive waste disposal as well as retrievability, in Proceedings of

- “Reversibility and Retrievability — An International Conference and Dialogue” organised by the OECD NEA, Reims (France), 14-17 December 2010, *in press*
- [136] NEA/AEN, La réversibilité et la récupérabilité dans la gestion des déchets radioactifs — Une réflexion à l’échelle internationale, OECD/NEA No. 3448, 2001
- [137] European Commission, Concerted Action on the Retrievability of Long-lived Radioactive Waste in Deep Underground Repositories, Final Report, European Commission, EUR 19145 EN, 2000
- [138] IAEA/AIEA, Geological disposal of radioactive waste: Technological implications for retrievability, IAEA Technical Report No. NW-T-1-19, Vienna, 2009
- [139] NEA/AEN, Reversibility and Retrievability — An International Conference and Dialogue, Reims (France), 14-17 December 2010, *in press*
- [140] AFCN, Dépôts définitifs de déchets radioactifs — Note stratégique et politique d’instruction des demandes d’autorisation, note 007-020-F (rév. 1), 2007 (et révisions successives du schéma)
- [141] Blommaert, W., Reflections on flexibility, reversibility, retrievability and recoverability by the Belgian nuclear safety authority, in Proceedings of “Reversibility and Retrievability — An International Conference and Dialogue” organised by the OECD NEA, Reims (France), 14-17 December 2010, *in press*
- [142] NEA/AEN, International understanding of reversibility of decisions and retrievability of waste in geological disposal, leaflet, 2011
- [143] IAEA/AIEA, Technological Implications of International Safeguards for Geological Disposal of Spent Fuel and Radioactive Waste, Nuclear Energy Series No. NW-T-1.21, Vienna, 2010
- [144] De Putter, Th., Charlet J.-M., Analogies naturelles en milieu argileux — Essai de synthèse bibliographique, ONDRAF/NIRAS, NIROND 94-13, 1994
- [145] ONDRAF/NIRAS, Evolution of the Near-Field of the ONDRAF/NIRAS Repository Concept for Category C Wastes — first full draft report, report NIROND-TR 2007-07 E, 2008
- [146] Marivoet, J., et al., Testing Safety and Performance Indicators for a Geological Repository in Clay: Results obtained by SCK•CEN in the framework of WP3.4 of the EC PAMINA Project, SCK•CEN report ER-125, 2010
- [147] IAEA/AIEA, The Safety Case and Safety Assessment for Radioactive Waste Disposal, Draft Safety Guide No. DS 355, Vienna, 2008
- [148] NEA/AEN, Optimisation des stockages géologiques de déchets radioactifs, Recommandations nationales et internationales et futurs thèmes de discussions, OECD/NEA No. 6837, 2010
- [149] IAEA/AIEA, www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.nucshare.htm (page consultée le 30 juin 2011)

- [150] NEA/AEN, La prise de décision par étapes dans la gestion à long terme des déchets radioactifs — Expérience, résultats et principes directeurs, OECD/NEA No. 6039, 2005
- [151] Nuclear Waste Management Organization (NWMO), Mise en œuvre de la Gestion adaptative progressive 2010 à 2014, 2010
- [152] National Research Council, One step at a time — The staged development of geologic repositories for high-level radioactive waste, 2003
- [153] CARL, Wanting the unwanted: effects of public and stakeholder involvement in the long-term management of radioactive waste and the siting of repository facilities, final report CARL project, 2008
- [154] NEA/AEN, Créer un lien durable entre une installation de gestion de déchets et sa collectivité d'accueil — Valeur ajoutée à travers la conception et les processus, OECD/NEA, No. 6177, 2007
- [155] NEA/AEN, Partenariats pour la gestion à long terme des déchets radioactifs — Evolution et pratique actuelle dans treize pays, OECD/NEA No. 6824, 2010
- [156] Pröpper, I., Steenbeeck, D., De aanpak van interactief beleid: elke situatie is anders, Bussum: Coutinho, 1999
- [157] Laes, E., Eggermont, G., Bombaerts, G., A risk governance approach for high-level waste in Belgium: a process appraisal, "Managing Radioactive Waste Problems in a Globalizing World" conference, Sweden, 15-17 December, 2009
- [158] Bombaerts, G., Eggermont, G., Afval beheren en controle loslaten. Over participatie bij berging van nucleair afval, Oikos 48, 1/2009
- [159] Andra, Rendre gouvernables les déchets radioactifs — Le stockage profond à l'épreuve de la réversibilité, 2010
- [160] NEA/AEN, Dossier de sûreté post-fermeture d'un dépôt en formation géologique : Nature et finalité, OECD/NEA No. 3680, 2004
- [161] Bergmans, A., Meaningful communication between experts and affected citizens on risk: challenge or impossibility? Journal of risk research, 11(1/2), p. 175-193, 2008
- [162] Bergmans, A., Van Steenberge, A., Stakeholder Involvement in Radioactive Waste Management in Belgium: the Past, the Present, and Challenges for the Future, in Andersson, K. (ed.), VALDOR – VALues in Decisions On Risk – Proceedings, Stockholm: Congrex Sweden AB/Informationsbolaget Nyberg & Co, p. 511-518, 2006
- [163] ONDRAF/NIRAS, La mise en dépôt final, sur le territoire belge, des déchets radioactifs de faible et moyenne activité et de courte durée de vie — Rapport de clôture de l'ONDRAF relatif à la période 1985-2006, invitant le Gouvernement fédéral à décider de la suite à donner au programme de dépôt, rapport NIROND 2006-02 F, 2006
- [164] ONDRAF/NIRAS, Het beheer op lange termijn van het radioactieve afval in de Umicore UMTRAP installatie te Olen — Bepaling van de mogelijke

beheeropties, november 2009 (envoyé par courrier le 20 novembre 2009 à Umicore et à l'AFCN)

- [165] IAEA/AIEA, Classification of Radioactive Waste — A Safety Guide, Safety Series No. 111-G-1.1, Vienna, 1994
- [166] Recommandation de la Commission du 15 septembre 1999 relative à un système de classification des déchets radioactifs solides (1999/669/CE, Euratom), No. L 265/37, 13 octobre 1999
- [167] 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, Journal officiel n° L 102, 11 avril 2006
- [168] SCK•CEN, Bilan synoptique de la problématique NORM dans l'industrie belge, rapport SCK•CEN R-3775, 2003
- [169] Directive 2011/70/Euratom du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, Journal officiel n° L 199, 2 août 2011



ONDRAF

**Organisme national des déchets radioactifs
et des matières fissiles enrichies**

Avenue des Arts 14

1210 Bruxelles

Tél. 02 212 10 11

Fax 02 218 51 65

www.ondraf.be