



ONDRAF

Organisme national des déchets radioactifs
et des matières fissiles enrichies

**Programme de travail de l'ONDRAF
sur la mise en dépôt final des déchets de
faible activité et de courte durée de vie**

Dossier d'information

Résumé

Toute activité humaine produit des déchets. Qu'elles soient industrielles, scientifiques ou médicales, les activités nucléaires n'échappent pas à la règle, et certains des déchets qu'elles produisent sont radioactifs, c'est-à-dire qu'ils contiennent des substances qui émettent des rayonnements ionisants. Riches en énergie, ces rayonnements peuvent modifier la structure de la matière qu'ils traversent et dès lors endommager les tissus vivants. Les déchets radioactifs représentent donc un risque potentiel pour l'homme et l'environnement et doivent par conséquent faire l'objet d'une gestion stricte et sûre à même de les empêcher de nuire tant que leur niveau de radioactivité n'a pas suffisamment décliné.

Jusqu'à la décision du Conseil des ministres du 16 janvier 1998, l'ONDRAF — l'organisme responsable de la gestion des déchets radioactifs en Belgique — projetait de sélectionner le futur site de dépôt final des déchets de faible activité et de courte durée de vie, encore appelés déchets de catégorie A, selon une méthodologie purement technique tenant a priori peu compte du contexte local et de l'avis des populations. Les réactions parfois virulentes de l'opinion publique et les recommandations d'experts indépendants l'avaient toutefois peu à peu amené à remettre en question sa méthode de travail.

Le Conseil des ministres a en effet rejeté toute solution provisoire pour la gestion à long terme des déchets de catégorie A et a confié à l'ONDRAF de nouvelles missions tout en restreignant le cadre de ses investigations. Il a notamment demandé à l'ONDRAF de développer les méthodes permettant d'intégrer un projet de dépôt final — en surface ou en profondeur — au niveau local, tout en se limitant désormais à deux types de zones : les localités dont les autorités manifesteraient de l'intérêt pour des reconnaissances préliminaires sur leur territoire et les quatre zones nucléaires existantes, c'est-à-dire Doel et Tihange (où sont implantées les centrales nucléaires belges), la zone de Fleurus-Farciennes (où est installé l'Institut national des radioéléments) et celle de Mol-Dessel-Geel (où sont installés divers établissements nucléaires). Cette évolution a conduit l'ONDRAF à revoir son programme et sa méthode de travail.

Désormais convaincu que la concrétisation d'un projet de dépôt final passe par une concertation et une négociation précoces avec les collectivités loca-

les concernées, l'ONDRAF a adapté son programme de travail et a enrichi sa méthodologie, en collaboration avec l'*Universitaire Instelling Antwerpen* et la Fondation universitaire luxembourgeoise. Sa nouvelle méthodologie, qui donne une place centrale au citoyen, doit lui permettre de remplir ses nouvelles missions et, par voie de conséquence, permettre au Gouvernement d'effectuer dès que possible le choix technique et économique requis entre dépôt final en surface et dépôt final en profondeur.

Concrètement, l'ONDRAF a proposé fin 1998 à toutes les communes intéressées par une première prise de contact de s'asseoir avec elles autour de la table et de mettre sur pied des partenariats locaux avec celles dont la candidature pourra être retenue. Aucune commune « non-nucléaire » n'est actuellement candidate pour des travaux préliminaires. Les communes des quatre zones nucléaires existantes, dont l'examen a été explicitement demandé par le Conseil des ministres et qui ont été pressenties par l'ONDRAF, possèdent néanmoins, au même titre que les autres localités belges, la faculté de refuser leur concours à quelque forme de partenariat que ce soit.

Conformément à son nouveau programme de travail, l'ONDRAF a effectué, avec l'accord des autorités communales concernées, des reconnaissances préliminaires de terrain sur les zones de Mol-Dessel-Geel et de Fleurus-Farciennes ; il fera de même sur celles de Doel et de Tihange pour autant que les autorités locales marquent leur accord. Ces reconnaissances doivent, d'une part vérifier les résultats des études bibliographiques effectuées pour rassembler un maximum de données pertinentes sur les zones considérées et, d'autre part, déterminer si ces zones répondent aux critères de sûreté établis pour l'accueil éventuel d'un dépôt final pour déchets de catégorie A. Si les quatre zones sont a priori des candidates potentielles à l'implantation éventuelle d'un dépôt en surface, seules celles de Doel et de Mol-Dessel-Geel le sont a priori pour le dépôt en profondeur.

L'ONDRAF instaurera un partenariat local avec chacune des communes sur le territoire de laquelle la campagne de reconnaissances aura été concluante, pour autant toutefois que la commune en question y soit disposée. Ce partenariat rassemblera tous les acteurs locaux représentatifs intéressés ainsi qu'un représentant de l'ONDRAF. Il aura la responsabilité de proposer et de développer un avant-projet de dépôt final, intégré dans un projet global offrant une valeur ajoutée pour la région concernée, mais sans pour autant faire de concessions à la sûreté. L'ONDRAF assumera seul la responsabilité de la sûreté des avant-projets développés.

Conformément à l'idée même de partenariat, ceux-ci devront évaluer, adapter, compléter et enrichir les études génériques préliminaires de concept développées par l'ONDRAF pour le dépôt final des déchets de catégorie A. L'étude générique de dépôt en surface fait appel au concept du post-conditionnement des fûts de déchets dans des caissons en béton, tandis que les études de dépôt en profondeur prévoient, soit le dépôt direct des fûts de déchets en galeries d'enfouissement, soit le post-conditionnement des fûts préalablement à leur enfouissement.

Les avant-projets de dépôt final développés par les partenariats devront être conçus pour protéger l'homme et l'environnement contre les nuisances potentielles des déchets radioactifs, tant à court qu'à long terme. Tout dépôt final se doit en effet d'être intrinsèquement sûr : sa sûreté à long terme ne peut dépendre de mesures actives comme des entretiens, des contrôles ou des surveillances. Cette sûreté intrinsèque résulte d'une application correcte du principe des barrières multiples, qui y contribuent toutes à leur manière. En Belgique, tout dépôt final doit par ailleurs pouvoir être mis en œuvre de façon progressive et flexible, c'est-à-dire qu'il doit être possible, en cours de construction ou d'exploitation, de faire évoluer le concept ou de revenir sur une décision. Le dépôt doit en outre être réversible, c'est-à-dire qu'il doit permettre la récupération des déchets en cours d'exploitation, voire même après sa fermeture.

Bref, il n'entre pas dans les intentions de l'ONDRAF d'imposer un dépôt final à quelque commune que ce soit, pas plus qu'il n'entre dans ses intentions d'imposer une solution donnée à un partenariat. La création d'un partenariat local sera conditionnée à la fois par le résultat des reconnaissances préliminaires de terrain et par l'intérêt ou l'absence d'intérêt des autorités locales. En outre, la participation des autorités locales à un partenariat ne pourra à aucun moment être considérée comme un engagement ferme de la localité concernée à accueillir un dépôt final. Ses représentants pourront en effet se retirer à tout moment du partenariat, ce qui entraînera sa dissolution immédiate. Et même dans l'hypothèse où un partenariat mènerait à son terme le développement d'un avant-projet de dépôt intégré, la localité dont il émane pourra, si elle le désire, décider en fin de compte de ne pas le soumettre au Gouvernement.

Qu'elle le veuille ou non, la Belgique d'aujourd'hui est confrontée à la nécessité de trouver des solutions sûres, responsables et prudentes pour la gestion à long terme de ses déchets radioactifs et c'est à l'ONDRAF qu'il appartient de mettre en œuvre et de coordonner les moyens pour y parvenir. S'il s'efforce depuis toujours de travailler de manière responsable et transpa-

rente, il veut désormais également mieux prendre en considération les aspirations et les inquiétudes du public. La méthodologie des partenariats constitue un pas essentiel dans cette direction. Les exigences de sûreté, de progressivité, de flexibilité et de réversibilité du dépôt vont elles aussi dans le sens d'une meilleure prise en compte des risques réels et subjectifs associés à la présence d'un dépôt final de déchets radioactifs.

Ce dossier d'information rassemble les informations de base nécessaires à la compréhension du nouveau programme de travail de l'ONDRAF sur la mise en dépôt final des déchets de catégorie A. La première partie met en place les éléments nécessaires pour aborder les principaux aspects de la gestion des déchets radioactifs, avant de détailler cette gestion proprement dite. La deuxième partie, elle, explique le nouveau programme de travail de l'ONDRAF ainsi que le fonctionnement des partenariats locaux qu'il propose d'établir. Elle explique ensuite la notion de sûreté, avant de détailler la nature des reconnaissances préliminaires de terrain ainsi que les concepts génériques existants de dépôt final. Quels que soient les concepts développés par les partenariats, ceux-ci devront bien entendu être respectueux de l'environnement et leurs coûts devront pouvoir être estimés.

Programme de travail de l'ONDRAF sur la mise en dépôt final des déchets de faible activité et de courte durée de vie

Dossier d'information

Résumé	i
Tables des matières	v
Première partie La gestion des déchets radioactifs en Belgique	1
1 L'ONDRAF	3
2 Les déchets radioactifs	6
2.1 Des origines étonnamment variées	6
2.2 Activité et durée de vie : deux paramètres, trois catégories	7
3 La gestion des déchets radioactifs	10
3.1 La gestion à court terme : une routine bien maîtrisée	10
3.2 La gestion à long terme : un défi à notre portée	16
3.3 Les prévisions de production de déchets sont indispensables	19
Deuxième partie La mise en dépôt final des déchets de catégorie A et l'instauration de partenariats locaux	23
4 Le contexte historique	26
4.1 Les 98 zones potentiellement favorables	26
4.2 La méthodologie de sélection de sites	28
4.3 L'étude sur les alternatives au dépôt final en surface	28
4.4 La décision du Conseil des ministres	29
4.5 Les sites militaires	30
5 Les partenariats locaux	31
5.1 Un nouveau programme de travail, une nouvelle méthodologie	31
5.2 Les partenariats sont représentatifs et ont l'initiative	32
5.3 Les partenariats sont organisés en quatre niveaux	34

6 La sûreté	38
6.1 La radioactivité nous entoure	39
6.2 Les fonctions de sûreté : un cadre pour le raisonnement	40
6.3 La démonstration de sûreté : plus qu'un exercice mathématique	43
6.4 La mise en dépôt sera progressive, flexible et réversible	45
6.5 Le nouveau programme de travail privilégie la sûreté	46
7 Les reconnaissances de terrain	48
7.1 Dépôt en surface : les reconnaissances sont bien entamées	48
7.2 Dépôt en profondeur : beaucoup de données existent déjà	53
8 Les études de concept	54
8.1 En surface : concept avec monolithes	55
8.2 En profondeur : dépôt direct ou concept avec monolithes	58
8.3 Le type de bâtiments dépend peu de la solution	60
9 L'environnement	62
10 Les coûts	64
10.1 Une méthode d'évaluation entièrement paramétrisable	64
10.2 Les résultats les plus récents : la meilleure référence	65
Considérations finales	68
Annexe 1 : Liste des tables et des figures	69
Annexe 2 : Références	70
Annexe 3 : Ouvrages d'intérêt général	72
Annexe 4 : Sigles et acronymes	73
Annexe 5 : Glossaire	74
Annexe 6 : Index	78
Personne de contact	81

Première partie

La gestion des déchets radioactifs en Belgique

La Belgique a été l'un des premiers pays au monde impliqués dans des activités nucléaires à des fins pacifiques. C'était bien avant la seconde guerre mondiale, avec la production de radium à usage médical par l'usine Métallurgie Hoboken-Overpelt de Olen. Dès la fin de la guerre, notre pays s'est alors lancé dans un important programme de développement des applications civiles de l'énergie nucléaire. Ce programme a débuté dans les années cinquante par l'exploitation de laboratoires de recherche et d'installations-pilotes du cycle du combustible nucléaire dans la région de Mol-Dessel-Geel (CEN-SCK, usine-pilote de retraitement Eurochemic, ancien Bureau central des mesures nucléaires ou BCMN), suivie par celle de l'Institut national des radioéléments (IRE) à Fleurus. Enfin, entre 1975 et 1985, les producteurs d'électricité se sont dotés d'un parc de réacteurs nucléaires répartis entre Doel et Tihange, qui assuraient en 1998 un peu plus de la moitié de l'approvisionnement électrique du pays.

Or, malgré l'enjeu considérable associé au devenir de ses déchets radioactifs, la Belgique ne disposait, jusqu'en 1980, d'aucune structure apte à en assurer une gestion satisfaisante à long terme. L'industrie nucléaire s'était développée à un rythme accéléré depuis une trentaine d'années dans notre pays, mais de nombreuses questions restaient sans réponse. Comment en effet garantir que l'ensemble des déchets radioactifs produits en Belgique, depuis le combustible usé des centrales nucléaires jusqu'aux déchets des hôpitaux, en passant par le matériel contaminé des laboratoires de recherche, soit soumis à une gestion sûre et rigoureuse, à même de protéger l'homme et l'environnement, aujourd'hui et demain, de leurs nuisances potentielles ? Etait-il du reste tout simplement possible de mettre les déchets radioactifs en lieu sûr le temps qu'ils deviennent inoffensifs ? Qu'allait-il par ailleurs advenir des installations nucléaires au terme de leur exploitation ? Allait-on se contenter de les fermer et de les isoler à jamais derrière un périmètre de sécurité ? C'étaient là des questions essentielles, mais jusqu'alors sans réponses.

C'est pour apporter des réponses à toutes ces interrogations que le législateur a créé l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (ONDRAF) en 1980. A l'image des autres instances responsables de la gestion des déchets radioactifs de par le monde, cet organisme public sans

but lucratif est à la recherche de solutions définitives permettant d'isoler de façon sûre les déchets de la biosphère pendant le temps nécessaire à une décroissance suffisante de leur radioactivité, autrement dit jusqu'à ce qu'ils ne présentent plus de danger radiologique pour l'homme et l'environnement.

Cette première partie offre un aperçu de la gestion des déchets radioactifs en Belgique. Après une brève présentation de l'ONDRAF, elle introduit quelques notions liées aux déchets radioactifs, pour détailler ensuite les différents aspects de leur gestion.

1 L'ONDRAF	3
2 Les déchets radioactifs	6
2.1 Des origines étonnamment variées	6
2.2 Activité et durée de vie : deux paramètres, trois catégories	7
3 La gestion des déchets radioactifs	10
3.1 La gestion à court terme : une routine bien maîtrisée	10
3.2 La gestion à long terme : un défi à notre portée	16
3.3 Les prévisions de production de déchets sont indispensables	19

1 L'ONDRAF

En créant l'ONDRAF le 8 août 1980, le législateur a voulu que la gestion à long terme des déchets radioactifs soit le fait d'un organisme unique sous contrôle public, afin de garantir que l'intérêt général prévale, aujourd'hui et demain, dans toutes les décisions à prendre. Un organisme public n'est en effet pas soumis aux aléas de la vie économique et aux contraintes de rentabilité des capitaux.

Les compétences et missions de l'ONDRAF ont été définies par l'arrêté royal du 30 mars 1981 et complétées par l'arrêté royal du 16 octobre 1991, qui doit lui-même être adapté aux nouvelles dispositions de la loi du 12 décembre 1997. Ses compétences portent sur trois domaines principaux et peuvent se résumer comme suit :

- *la gestion de tous les déchets radioactifs* présents sur le territoire belge, qui comprend
 - l'inventaire de toutes les installations nucléaires et de tous les sites contenant des substances radioactives ;
 - l'enlèvement des déchets radioactifs chez les producteurs ;
 - le transport, le traitement, le conditionnement et l'entreposage provisoire de ces déchets ;
 - la mise en dépôt final des déchets conditionnés au terme de la période d'entreposage provisoire ;
- *la gestion des quantités excédentaires de matières fissiles enrichies, de matières plutonifères et de combustible neuf ou usé ;*
- *le déclassement des installations nucléaires désaffectées.*

L'ONDRAF a pour mission d'exécuter toutes les opérations découlant de ses trois domaines de compétences. Ces opérations comprennent essentiellement des tâches de coordination et de gestion d'activités industrielles et scientifiques effectuées par des tiers. Toutes visent à préserver la population présente et les générations futures des nuisances potentielles des résidus de toutes les activités utilisant des substances radioactives effectuées en Belgique. Elles couvrent tant le court terme que le long terme, en ce sens que l'ONDRAF a également pour mission de proposer aux pouvoirs publics des solutions éthiques et sûres au problème des déchets radioactifs et de veiller ensuite à la mise en œuvre de celles qui seront retenues.

Dans un contexte plus général, l'ONDRAF doit établir et exécuter un programme d'information et de communication envers le public et les autorités, lequel couvre l'ensemble de ses activités. Il doit également définir, en colla-

laboration avec les exploitants nucléaires, les programmes de recherche et de développement nécessaires à l'accomplissement de ses missions et les gérer.

Opérationnel depuis 1982, l'ONDRAF a développé un système de gestion centralisée de tous les déchets radioactifs présents sur le territoire belge, qu'il continue à améliorer. Ce système, qui s'accompagne d'un programme d'assurance de la qualité pour chaque phase de la gestion, vise prioritairement à assurer la sûreté. Il s'appuie pour ce faire essentiellement sur deux principes, appliqués à toutes les phases de cette gestion : d'une part, la concentration et le confinement des substances radioactives, de sorte qu'elles ne puissent se disperser dans l'environnement et, d'autre part, le blindage contre les rayonnements ionisants.

L'ONDRAF peut effectuer ses missions par ses propres moyens. Il peut aussi faire appel à d'autres experts et leur en sous-traiter tout ou partie des aspects, dans le cadre de conventions spécifiant les règles à observer. En pratique, il sous-traite les transports de déchets radioactifs à des transporteurs spécialisés et la majeure partie des activités de traitement de ces déchets ainsi que leur entreposage provisoire à son entreprise-filiale Belgoprocess, implantée à Dessel. Pour les études et projets de recherche, l'ONDRAF fait appel à des bureaux d'études tels que Belgatom et à des centres de recherche tels que le CEN-SCK, en Belgique comme à l'étranger.

Bien que disposant du monopole de la gestion des déchets radioactifs en Belgique, l'ONDRAF n'a pas de but lucratif. Il exécute ses missions dans des conditions de bonne pratique industrielle, financière et commerciale, au prix coûtant, et fait payer aux producteurs de déchets radioactifs le prix nécessaire pour assurer la sécurité présente et future de la population : c'est le principe du « pollueur payeur ». Il veille du reste à ce que tant ses propres collaborateurs que les organisations auxquelles il confie des missions exécutent leurs tâches le plus efficacement possible et pour un coût raisonnable. L'ONDRAF bénéficie toutefois également d'autres sources de financement. Ainsi, plusieurs de ses programmes de recherche et développement sont soutenus par la Commission européenne. Par ailleurs, le financement de l'assainissement des passifs nucléaires dont il a la charge est réglé par des conventions particulières avec l'Etat belge et les producteurs d'électricité. Enfin, l'ONDRAF dispose depuis début 1999 des moyens et autorisations qui lui permettent de gérer un fonds de financement alimenté par les producteurs et destiné à couvrir les coûts de la gestion à long terme des déchets radioactifs.

L'ONDRAF surveille l'exécution des missions qu'il confie à des tiers et en assume la responsabilité, sous le contrôle permanent de son autorité de tutelle, le ministre qui a l'énergie dans ses attributions. Il lui rend compte de ses activités à intervalles réguliers et présente annuellement un rapport d'activités au Parlement. En tant qu'acteur impliqué dans la gestion de substances radioactives, il est également soumis à la surveillance du ministère de la Justice, service de Sûreté nucléaire, et à celle de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN), officiellement instaurée en mai 1997.

L'ONDRAF travaille dans le respect de la réglementation en vigueur. En matière d'énergie nucléaire en général et de gestion des déchets radioactifs en particulier, cette réglementation provient essentiellement de recommandations et de directives internationales émises par des organisations telles que la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'Union européenne et l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économique (AEN/OCDE). S'appuyant sur ces recommandations internationales, les pouvoirs publics belges ont institué un cadre législatif très strict qui régit l'ensemble des activités touchant à la radioactivité. Ce cadre est régulièrement adapté à l'évolution des sciences et des techniques, ainsi qu'aux recommandations des organisations internationales.

Ni juge ni partie mais souvent sur le devant de la scène, l'ONDRAF orchestre les efforts de ses nombreux partenaires, issus d'horizons variés. Tous ses membres, une soixantaine de personnes environ, s'efforcent de travailler en toute indépendance et en toute transparence, dans un esprit éthique respectueux des hommes et des femmes d'aujourd'hui et de demain.

2 Les déchets radioactifs

Quoiqu'issus de sources très diverses, les déchets radioactifs peuvent être caractérisés par deux paramètres qui reflètent l'importance du risque qu'ils représentent : leur activité et leur durée de vie, dont la combinaison détermine la catégorie radiologique à laquelle ils appartiennent.

2.1 Des origines étonnamment variées

Les déchets radioactifs ont des origines multiples. Actuellement, la plupart sont des déchets de production courante, c'est-à-dire des déchets produits dans le cadre d'activités industrielles, scientifiques ou médicales de routine. Une proportion croissante d'entre eux sera toutefois générée à l'avenir par le déclassément d'installations nucléaires désaffectées.

En Belgique, les déchets radioactifs de production courante proviennent pour 80% environ du secteur électronucléaire, et principalement de l'exploitation quotidienne des sept réacteurs commerciaux répartis entre les centrales de Doel et de Tihange. En 1998, le parc électronucléaire, d'une puissance totale de 5,7 GWe, fournissait 55% de la production nationale d'électricité. Trois autres branches du secteur électronucléaire génèrent également des déchets : la fabrication de combustibles nucléaires (par Belgonucléaire et FBFC International), le retraitement de combustibles nucléaires usés (par la société française COGEMA pour le compte de Synatom) et la recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire (par le CEN-SCK, l'Institut des matériaux et mesures de références ou IMMR, et les universités). Enfin, l'industrie non-nucléaire, l'agriculture, la recherche scientifique en général et le monde médical utilisent aussi des substances radioactives et produisent dès lors également des déchets radioactifs.

Les déchets radioactifs de déclassément sont les déchets issus des opérations de décontamination et de démantèlement des installations nucléaires définitivement mises à l'arrêt. Ils proviennent presque exclusivement à ce jour des opérations de déclassément en cours sur les sites de l'ancienne usine-pilote de retraitement Eurochemic et du réacteur BR3 du CEN-SCK et sont donc encore peu abondants.

2.2 Activité et durée de vie : deux paramètres, trois catégories

Les déchets radioactifs se distinguent des autres types de déchets dangereux par le fait qu'ils évoluent spontanément vers un état inoffensif, tout au moins d'un point de vue radiologique : il suffit d'attendre. Le problème spécifique posé par les déchets radioactifs est que ce temps d'attente est parfois très long, pouvant aller pour certains radioéléments jusqu'à des millions d'années.

Deux paramètres principaux permettent de classer les déchets radioactifs : leur niveau d'activité (c'est-à-dire le nombre de désintégrations nucléaires par seconde, exprimé en becquerels ou Bq) combiné à la nature des rayonnements qu'ils émettent, et leur durée de vie (c'est-à-dire le temps après lequel leur activité est réduite de moitié). La durée de vie est différente pour chaque corps radioactif et peut aller de quelques secondes à quelques millions d'années. Ainsi, la durée de vie du technétium 99m, utilisé en médecine, est de six heures à peine, tandis que celle de l'américium 241, utilisé dans certains détecteurs de fumée, est de 430 ans. Un hôpital ou un laboratoire de recherche peut donc gérer lui-même ses déchets de suffisamment courte durée de vie s'il dispose des bâtiments adéquats : ainsi, après 60 heures d'entreposage, un déchet contaminé au technétium 99m peut, moyennant un dernier contrôle, être considéré comme un déchet non-radioactif, puisque son niveau d'activité a été réduit par un facteur 1 000.

Activité et durée de vie déterminent les mesures à mettre en œuvre lors de la gestion des déchets radioactifs. Le niveau d'activité (faible, moyenne ou haute) des déchets, combiné avec la nature des rayonnements qu'ils émettent, dicte avant tout les mesures de confinement et de protection à mettre en œuvre lors de chacune des étapes de leur gestion à court terme. La durée de vie (courte ou longue) de ces déchets influe, elle, essentiellement sur le choix de la solution à mettre en œuvre pour leur gestion à long terme. Cette gestion doit en effet permettre de les empêcher définitivement de nuire à l'homme et à l'environnement, autrement dit de les maintenir isolés de la biosphère jusqu'à ce qu'ils aient atteint un niveau de radioactivité acceptable pour la santé publique. Pour les déchets de courte durée de vie, c'est-à-dire les déchets qui contiennent une majorité de radioéléments de durée de vie inférieure ou égale à 30 ans, on considère généralement que cette durée est de l'ordre de 300 ans, soit le temps nécessaire à une diminution par un facteur 1 000 au moins de leur niveau d'activité. Pour les déchets de longue durée de vie, ce laps de temps peut aller jusqu'à des millions d'années.

Du point de vue international, les déchets radioactifs conditionnés sont généralement subdivisés en deux groupes [1].

- *Le premier groupe* est constitué par les déchets dont les caractéristiques radiologiques, en l'occurrence les concentrations d'activité des radioéléments qu'ils contiennent et la durée de vie de ceux-ci, sont telles que leur isolement permanent de la biosphère est impératif et qu'il constitue la seule solution définitive envisageable. Cet isolement permanent est actuellement considéré comme réalisable via l'enfouissement en couche géologique profonde et stable.

Selon la classification belge, ces déchets correspondent aux déchets des catégories B et C (table 2.1). Les déchets de catégorie B regroupent les déchets de faible et moyenne activité contaminés par des émetteurs alpha de longue durée de vie en quantités trop importantes que pour pouvoir être rangés dans la catégorie A. Ces déchets contiennent aussi des quantités variables d'émetteurs bêta et gamma. Ce sont essentiellement des déchets issus de la fabrication des combustibles neufs et du retraitement des combustibles usés, mais près d'un quart d'entre eux proviendront des activités futures de déclasserment. Les déchets de catégorie C regroupent, eux, tous les déchets de haute activité, qui contiennent de grandes quantités d'émetteurs alpha de longue durée de vie. La plupart émettent de la chaleur en quantité importante. Ce sont soit des déchets issus du retraitement des combustibles usés, soit les combustibles usés eux-mêmes, s'ils ne sont pas retraités.

- *Le second groupe* est constitué par les déchets dont les caractéristiques radiologiques, par leurs valeurs moins élevées, autorisent que soient considérées des solutions alternatives à l'isolement en couche géologique profonde. Leur décroissance radioactive leur permet en effet d'atteindre un niveau jugé radiologiquement insignifiant dans un laps de temps compatible avec les possibilités de contrôle.

Selon la classification belge, ces déchets correspondent aux déchets de catégorie A (table 2.1). Ils regroupent les déchets de faible et moyenne activité et de courte durée de vie. Ce type de déchets peut également contenir de faibles quantités d'émetteurs alpha de longue durée de vie. Ce sont typiquement des tenues d'intervention, des filtres, des pièces d'équipement, des produits de consommation tels que des emballages, du papier, du plastique et des aiguilles de seringue, des résidus du traitement des eaux usées dans les centrales nucléaires, ainsi que certains déchets de déclasserment.

Table 2.1 Les trois catégories de déchets radioactifs selon la classification belge. Déterminée par son activité et sa durée de vie, la catégorie radiologique à laquelle appartient un lot de déchets radioactifs influence les modalités de sa gestion tant à court qu'à long terme.

	Faible activité	Moyenne activité	Haute activité
Courte durée de vie (30 ans ou moins)	A	A	C
Longue durée de vie (plus de 30 ans)	B	B	C

En pratique, niveaux d'activité et catégories radiologiques sont fréquemment utilisés l'un pour l'autre, et ce parfois de manière abusive. Ainsi, l'appellation « déchets de faible activité et de courte durée de vie », fréquemment associée aux déchets de catégorie A, qui sont au centre du présent dossier, constitue une simplification qui, pour être commode, n'en est pas moins importante. Premièrement, l'immense majorité des déchets de catégorie A contient plusieurs types de radioéléments présentant des activités et durées de vie différentes. Deuxièmement, les déchets de catégorie A peuvent contenir des radioéléments de moyenne activité, pourvu qu'ils aient des durées de vie suffisamment courtes, ainsi que des radioéléments de longue durée de vie, pourvu que leurs activités soient très faibles. L'appellation « déchets de haute activité ou de longue durée de vie » désigne, elle, les déchets des catégories B et C.

Les déchets radioactifs ne constituent qu'une fraction minime de l'ensemble des déchets, radioactifs et non-radioactifs, produits en Belgique. Ils représentent en effet en pratique moins d'un demi-kilo par habitant et par an, soit moins de 0,02 % du total des déchets industriels et ménagers produits, et sont constitués essentiellement de déchets de catégorie A. Quant aux déchets de catégorie C, ils ne représentent qu'un dixième de l'ensemble des déchets radioactifs.

Malgré les faibles volumes en jeu (sections 3.1 et 3.3), les déchets radioactifs constituent un danger potentiel pour l'homme et pour l'environnement. Ils doivent donc faire l'objet d'une gestion particulière, destinée à les empêcher de nuire.

3 La gestion des déchets radioactifs

La gestion des déchets radioactifs s'organise différemment selon les pays. Certains pays considèrent que c'est l'Etat qui porte la responsabilité de leur gestion : c'est par exemple le cas de l'Allemagne, de la Belgique, de l'Espagne et de la France. D'autres considèrent que c'est aux producteurs des déchets — soit, en pratique, à l'industrie — qu'il appartient de s'en charger : c'est le cas notamment de la Finlande, de l'Italie, du Royaume-Uni et de la Suède.

En Belgique, c'est l'ONDRAF qui assure, pour le compte de l'Etat, une gestion cohérente et sûre des déchets radioactifs. Les principes sur lesquels repose cette gestion relèvent du principe de précaution, qui recommande d'adopter une attitude prudente et responsable en cas d'incertitude quant aux conséquences d'une pratique donnée.

La gestion des déchets radioactifs débute dès leur production dans les installations qui utilisent des substances radioactives et s'achève avec leur mise en dépôt final. Comme la gestion des déchets industriels et ménagers conventionnels, elle implique le tri à la source des déchets, leur réduction de volume ainsi que leur recyclage et récupération éventuels. Les consignes et règles de sécurité sont toutefois adaptées à la nature spécifique des matières à gérer et garantissent, moyennant des infrastructures et des équipements adéquats, une protection efficace contre l'irradiation et la contamination par des substances radioactives. Ces mesures de radioprotection s'appuient sur le principe ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), qui vise à faire en sorte que toute exposition à un rayonnement soit justifiée et que la dose soit aussi faible que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

3.1 La gestion à court terme : une routine bien maîtrisée

Les opérations de gestion à court terme des déchets radioactifs, qui s'étendent typiquement sur quelques dizaines d'années, sont regroupées en cinq étapes, dont l'ordre varie selon que les producteurs traitent et conditionnent ou non eux-mêmes leurs déchets. Elles débutent avec la gestion à la source des déchets — on peut même dire avec la prévention — et s'achèvent avec leur entreposage provisoire (figure 3.1). Ce sont aujourd'hui des opérations industrielles bien maîtrisées effectuées en routine par le personnel spécialisé de Belgoprocess. Certains producteurs, comme les centrales nucléaires de Doel et de Tihange, traitent et conditionnent toutefois eux-mêmes une partie de leurs déchets. L'armée belge fait de même avec des déchets contaminés

au radium, notamment des cadrans d'avions et certains objets peints. L'IRE quant à lui traite certains déchets du secteur non-nucléaire, tels des détecteurs de fumée, des paratonnerres ainsi que des sources radioactives usées utilisées dans des systèmes de mesure.

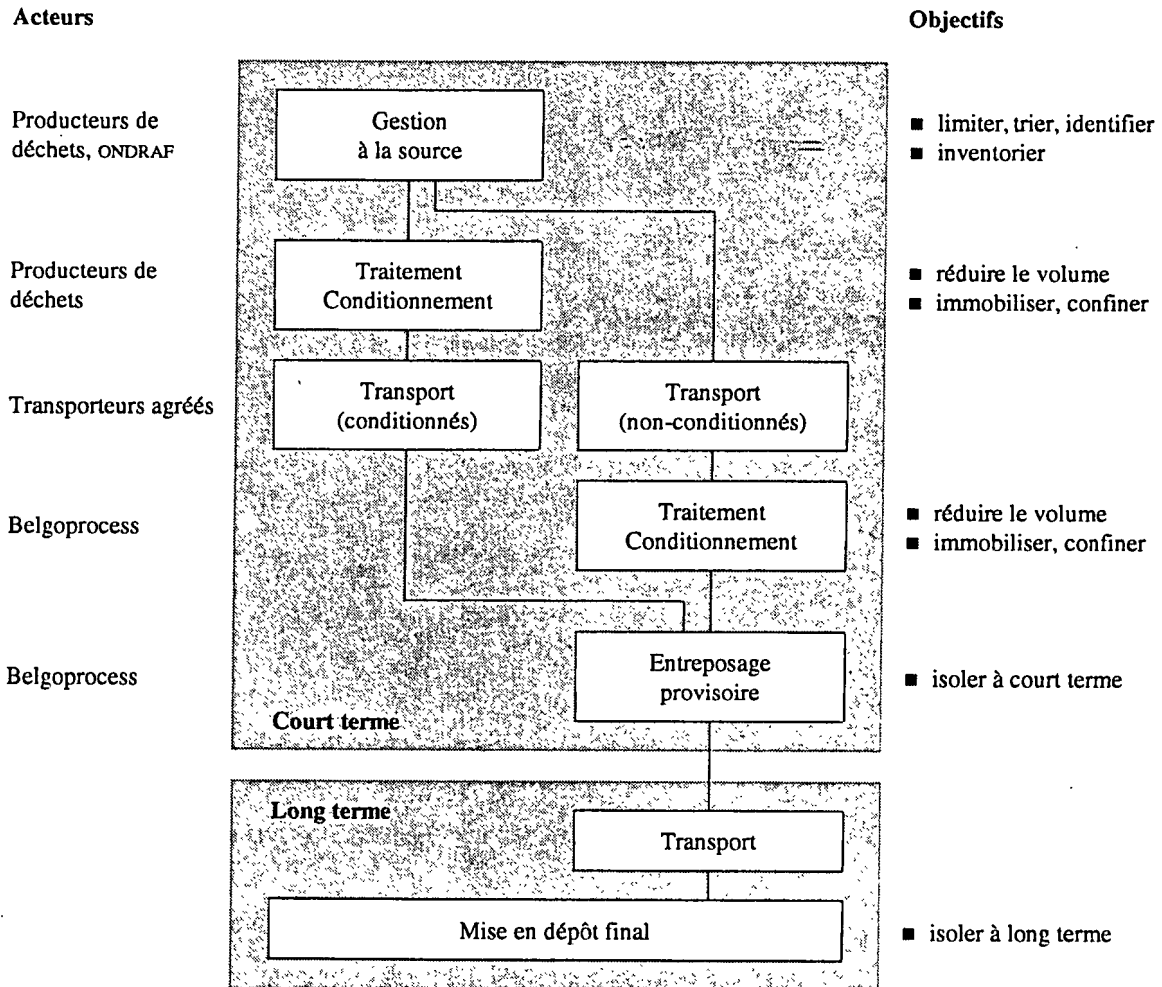


Figure 3.1 La gestion des déchets radioactifs en Belgique. Sous la responsabilité de l'ONDRAF, Belgoprocess exécute la majeure partie des opérations de traitement et de conditionnement requises et assure l'entreposage provisoire des déchets.

Gestion à la source La gestion à la source des déchets radioactifs s'entend à deux niveaux : le niveau individuel et local — celui des producteurs — et le niveau global et fédéral — celui de l'ONDRAF. Les producteurs sont tenus de limiter autant que possible la production de déchets à la source, effort qui se traduit par une diminution d'année en année de la quantité de déchets radioactifs de production courante. Ils doivent par ailleurs trier leurs déchets et identifier leur contenu radioactif et non-radioactif en suivant les normes imposées par l'ONDRAF afin de permettre un déroulement sûr et efficace des phases ultérieures de leur gestion. De son côté, l'ONDRAF tient en permanence à jour un inventaire qualitatif et quantitatif aussi précis que nécessaire de tous les déchets radioactifs présents et à venir : c'est là une condition essentielle de leur gestion optimale en toute sûreté, tant à court qu'à long terme, et c'est pourquoi quiconque détient des déchets radioactifs en Belgique est légalement tenu d'en informer l'ONDRAF (section 3.3).

Transport Le transport des substances radioactives est soumis à une réglementation internationale très stricte. Les transporteurs doivent par ailleurs avoir recours à des conditionnements appropriés, qui garantissent le confinement des radioéléments pendant le transport et offrent un blindage suffisant contre les rayonnements. Ces mesures de radioprotection sont établies de façon telle que tous les transports de substances radioactives, que celles-ci soient de faible, moyenne ou haute activité, garantissent toujours le même niveau de protection. C'est ainsi que le transport des déchets de faible activité ne nécessite aucune mesure extraordinaire, alors que les autres déchets nécessitent des moyens de transport spécifiques. Tous les transporteurs doivent par ailleurs faire contrôler chaque transport de substances radioactives au départ comme à l'arrivée, au niveau tant de la contamination externe que des rayonnements.

Responsable de l'organisation de tous les transports de déchets radioactifs en Belgique depuis 1986, l'ONDRAF supervise l'enlèvement des déchets chez les producteurs, afin qu'ils soient acheminés vers les installations centralisées de traitement, de conditionnement et d'entreposage de Belgoprocess et, pour une faible minorité d'entre eux, vers l'IRE. L'ONDRAF fait appel pour ces transports à des firmes spécialisées, Transnubel et Transrad, qui disposent du matériel requis et des autorisations adéquates délivrées par l'autorité compétente, le ministère de la Santé publique. Le CEN-SCK et plusieurs petits producteurs, essentiellement les universités, assurent néanmoins eux-mêmes le transport de leurs déchets vers Belgoprocess, moyennant contrôle et accord des autorités compétentes.

Traitement Le traitement des déchets radioactifs bruts et hétérogènes, qui dépend de leurs caractéristiques physiques et chimiques, vise à les mettre dans un état physique et chimique compatible avec les paramètres du procédé de conditionnement et à en réduire le volume, ceci afin de faciliter un confinement performant et de limiter le coût d'entreposage et de gestion à long terme. Ainsi, les déchets solides sont soumis à des traitements d'incinération ou de compaction, tandis que les déchets liquides sont soumis à des traitements physicochimiques ou chimiques. Ces différentes opérations permettent de concentrer au maximum les radioéléments dans les boues, cendres ou déchets métalliques issus du traitement. Les effluents liquides et gazeux qui en résultent peuvent, eux, être rejetés dans l'environnement moyennant des précautions sévères destinées à les purifier de leurs polluants non-radioactifs et à ramener leurs niveaux de radioactivité en dessous des limites légales.

Si les caractéristiques physicochimiques des déchets radioactifs dictent les procédés de traitement à mettre en œuvre, leur niveau d'activité impose les moyens de protection à utiliser en termes tant de blindage des rayonnements et de confinement de la contamination que d'équipement individuel.

- *Le traitement des déchets de faible activité* ne nécessite généralement pas de blindage très important. Les opérateurs portent cependant une tenue de protection (généralement une combinaison plastifiée), des gants et un masque avec filtre lorsqu'ils risquent d'être en contact direct avec des substances radioactives.
- *Le traitement des déchets de moyenne activité* doit se faire dans un espace fermé et blindé. Les opérateurs, protégés par des murs en béton et des vitres en verre blindé, effectuent toutes les manipulations à l'aide d'appareils télécommandés.
- *Le traitement des déchets de haute activité*, enfin, requiert le même type de précautions que celui des déchets de moyenne activité. Les blindages nécessaires sont toutefois plus importants.

Grâce aux investissements considérables consentis par l'ONDRAF depuis sa création, Belgoprocess dispose aujourd'hui, en tant qu'exploitant nucléaire, d'une infrastructure très complète pour le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs. L'ONDRAF a en effet fait rénover et moderniser certaines des installations du site de Belgoprocess et en a fait construire de nouvelles. Les différentes installations de Belgoprocess peuvent donc aujourd'hui traiter et conditionner la grande majorité des déchets radioactifs produits en Belgique, qu'ils soient solides ou liquides, et de faible, moyenne ou haute activité. (Les déchets provenant du retraitement par la société fran-

çaise COGEMA des combustibles nucléaires usés déchargés des centrales belges sont traités et conditionnés sur place par COGEMA.)

Conditionnement Le conditionnement sous forme solide des déchets radioactifs traités permet d'obtenir un matériau solide, compact, chimiquement stable et non-dispersable, répondant à des spécifications précises, et donc d'en faciliter la manutention ultérieure. Il comprend généralement l'immobilisation dans une matrice de conditionnement et la mise dans un emballage métallique cylindrique résistant à la corrosion, de manière à obtenir des colis aptes à remplir un rôle de barrière dans le dépôt final. Après sa fermeture, chaque emballage reçoit sa propre fiche d'identification, qui indique l'origine, le contenu radioactif et les caractéristiques physiques et chimiques des déchets qu'il renferme.

En plus de dicter les mesures de protection à prendre, le niveau d'activité des déchets influence leur mode de conditionnement.

- *Les déchets de haute activité émettant de la chaleur en quantité importante* sont vitrifiés, c'est-à-dire qu'ils sont incorporés à du verre en fusion, lui-même coulé dans des emballages cylindriques en acier inoxydable appelés conteneurs. Ainsi, ceux qui renferment les déchets du retraitement par la société française COGEMA des combustibles usés belges ont une capacité de 120 litres et pèsent en moyenne 450 kg une fois remplis.
- *Les déchets de faible et moyenne activité et les autres déchets de haute activité* sont cimentés, bétonnés ou bituminés, selon leurs caractéristiques physicochimiques. Ils sont emballés dans des fûts standard en acier, qui ont une capacité de 400 litres et pèsent le plus souvent entre 900 et 1000 kg une fois remplis. Il existe toutefois également des fûts de 200 litres.

Deux installations se distinguent parmi les installations de conditionnement du site de Belgoprocess. L'installation PAMELA, mise en service en 1985, a permis la vitrification de déchets solides et liquides de haute activité et permet encore la cimentation de déchets solides de moyenne et haute activité. L'installation CILVA, elle, est la nouvelle infrastructure ultramoderne de traitement et de conditionnement des déchets solides et liquides de faible activité, qui remplace depuis 1994-1995 diverses installations devenues obsolètes.

