

# PLAN NATIONAL DE GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS 2007 - 2009

## SYNTHÈSE



*“DE L’INVENTAIRE NATIONAL DES DÉCHETS RADIOACTIFS  
ET DES MATIÈRES VALORISABLES*

*À UN BILAN ET UNE VISION PROSPECTIVE DES FILIÈRES  
DE GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS  
EN FRANCE”*



# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION...</b>	<i>page 2</i>	<b>ACTIONS À MENER...</b>	<i>page 7</i>
<b>DÉCHETS RADIOACTIFS : DÉFINITIONS ET PRINCIPES DE GESTION...</b>	<i>page 3</i>	<b>LES FILIÈRES DE GESTION À BÂTIR...</b>	<i>page 7</i>
<b>DÉCHETS RADIOACTIFS...</b>	<i>page 3</i>	<b>ACTIONS D'AMÉLIORATION POSSIBLE...</b>	<i>page 10</i>
<b>LES FILIÈRES DE GESTION EXISTANTES...</b>	<i>page 5</i>	<b>ACTIONS À MENER À TITRE DE PRÉCAUTION...</b>	<i>page 13</i>
<b>DÉCHETS DE TRÈS FAIBLE ACTIVITÉ...</b>	<i>page 5</i>	<b>CONCLUSION...</b>	<i>page 15</i>
<b>DÉCHETS DE FAIBLE ET MOYENNE ACTIVITÉ À VIE COURTE...</b>	<i>page 5</i>		
<b>MATIÈRES VALORISABLES...</b>	<i>page 5</i>		

## INTRODUCTION

La réalisation du premier Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs a été lancée le 4 juin 2003 par la ministre de l'écologie et du développement durable. Dans un premier temps, le travail a été mené par un groupe de travail pluraliste, piloté par l'ASN, réunissant des représentants de l'administration, des producteurs de déchets radioactifs d'origine nucléaire ou non, l'Andra, l'IRSN, la CNE et des représentants d'associations de protection de l'environnement. Il s'est largement inspiré des informations disponibles dans l'Inventaire national des déchets radioactifs et des matières valorisables réalisé par l'ANDRA. Dans un deuxième temps, le Plan a été mis en ligne sur le site internet de l'ASN aux fins de consultation à l'été 2005.

Ce travail de fond réalisé pendant trois ans a permis de réelles avancées qui se sont concrétisées dans la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs. Les acteurs de la gestion des déchets radioactifs disposent en effet désormais, d'une feuille de route pour l'amélioration de cette gestion dont les grands axes sont indiqués par la loi et qui sont précisés par le décret du 16 avril 2008 fixant les prescriptions relatives au Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. De plus, un opérateur a été désigné pour assurer la mission de service public de

gestion des sites pollués radioactifs à responsabilité défaillante et des déchets dits orphelins.

Si la loi du 28 juin 2006 s'est notamment nourrie du travail réalisé dans le cadre de la préparation du PNGMDR, le législateur a souhaité en fixer le principe et les principales orientations. Ainsi l'article 6 de la loi précise que : "un plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, dresse le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs, recense les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, précise les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et, pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, détermine les objectifs à atteindre".

La loi prévoit également que ce PNGMDR organise la mise en oeuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs.

L'objet de ce document est de présenter le document PNGMDR de manière synthétique ; le lecteur peut donc se référer au PNGMDR s'il souhaite une information plus complète. Cette synthèse reprend les principaux éléments du Plan, en présentant successivement les grands principes de gestion des déchets radioactifs, en décrivant succinctement les filières de gestion existantes et en donnant les principaux axes de recherche et d'amélioration.

# DÉCHETS RADIOACTIFS

## ..... DÉFINITIONS ET PRINCIPES DE GESTION .....

La radioactivité est un phénomène physique naturel au cours duquel des noyaux atomiques instables se désintègrent en dégageant de l'énergie sous forme de rayonnements divers. Ils se transforment, après une chaîne de désintégration, en des noyaux atomiques stables. Il existe dans le monde un grand nombre de sources naturelles de radiations ionisantes (matériaux, minerais ou rayonnement cosmique).

L'ensemble des activités manipulant des substances radioactives produit des déchets qui sont eux-mêmes susceptibles de l'être également.

### DÉCHETS RADIOACTIFS

La loi du 28 juin 2006 définit un déchet radioactif comme suit :

*“Une substance radioactive est une substance qui contient des radionucléides, naturels ou artificiels, dont l'activité ou la concentration justifie un contrôle de radioprotection”.*

*“Les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée”.*

*“Les déchets radioactifs ultimes sont des déchets radioactifs qui ne peuvent plus être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de leur part valorisable ou par réduction de leur caractère polluant ou dangereux”.*

Il convient de noter que certaines substances radioactives sont considérées comme valorisables. La loi du 28 juin 2006 porte à la fois sur la gestion des matières et des déchets radioactifs et définit une matière radioactive comme suit :

*“Une matière radioactive est une substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement”.*

On considère, dans le cadre du PNGMDR, comme déchet radioactif, les déchets suivants :

- les déchets provenant des activités nucléaires (activités réglementées en raison de la radioactivité qu'elles manipulent), qui ont été, ou sont

susceptibles d'avoir été contaminés par de la radioactivité ou activés du fait de l'activité nucléaire ;

- les déchets provenant des activités manipulant de la radioactivité, mais exemptées au sens de la réglementation, qui comportent des concentrations significatives de radioactivité, ou qui sont en nombre très important, nécessitant de prendre des mesures spécifiques (cas des détecteurs de fumée, par exemple) ;

- les déchets contenant de la radioactivité naturelle, éventuellement renforcée du fait d'une activité humaine n'utilisant pas nécessairement les propriétés radioactives des matériaux, et dont la concentration en radioactivité est telle qu'elle ne puisse pas être négligée du point de vue de la radioprotection ;

- les résidus du traitement du minerai d'uranium stockés dans les installations classées.

Les déchets radioactifs sont classés en fonction de la période et les niveaux d'activité des principaux radionucléides qu'ils contiennent, mais aussi de leurs caractéristiques physiques et chimiques et de leur origine. On peut classer les déchets en fonction de leurs niveaux d'activité selon les ordres de grandeur suivants :

- **Les déchets de haute activité** sont principalement constitués des colis de déchets vitrifiés issus du retraitement des combustibles usés. Ces colis de déchets concentrent la grande majorité des radionucléides, qu'il s'agisse des produits de fission ou des actinides mineurs. Le niveau d'activité de ces déchets est de l'ordre de plusieurs milliards de Bq par gramme.

- **Les déchets de moyenne activité à vie longue** sont également principalement issus des activités de traitement. Il s'agit des déchets technologiques (outils usagés, équipements...), de déchets issus du traitement des effluents comme les boues bitumées et des déchets de structure, les coques et embouts constituants de la gaine du combustible nucléaire, conditionnés dans des colis de déchets cimentés ou compactés. L'activité de ces déchets est de l'ordre d'un million à un milliard de Bq par gramme.

- **Les déchets de faible activité à vie longue** : il s'agit principalement des déchets de graphite et des déchets radifères. Les déchets de graphite

ont une activité se situant entre dix mille et cent mille Bq par gramme. L'activité à long terme est essentiellement due à des radionucléides émetteurs bêta à vie longue. Les déchets radifères sont principalement constitués de radionucléides émetteurs alpha à vie longue et possèdent une activité comprise entre quelques dizaines de Bq par gramme à quelques milliers de Bq par gramme.

- **Les déchets de faible activité et moyenne activité à vie courte** sont essentiellement issus de l'exploitation et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible et des centres de recherche et pour une faible partie des activités de recherche biomédicale. L'activité de ces déchets se situe entre quelques centaines de Bq par gramme à un million de Bq par gramme.

- **Les déchets de très faible activité** sont majoritairement issus de l'exploitation de maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible et des centres de recherche. Le niveau d'activité de ces déchets est en général inférieur à 100 Bq/g.

La classification des déchets en fonction de leur niveau d'activité et de leur durée de vie a permis de définir différentes catégories de déchets radioactifs avec différentes solutions de gestion associées. Le tableau ci-après présente de manière synthétique ces filières de gestion, qui sont développées dans le PNGMDR.

Il convient de rappeler deux aspects importants concernant la classification des déchets radioactifs :

- Il n'existe pas de critère de classement unique, permettant de déterminer la classe d'un déchet. Il est en effet nécessaire d'étudier la radioactivité des différents radionucléides présents dans le déchet pour le positionner dans la classification. Cependant, à défaut d'un critère unique, les déchets de chaque catégorie se situent en général dans une gamme de radioactivité massique spécifiée précédemment.

- Un déchet peut relever d'une catégorie définie mais ne pas être accepté dans la filière de gestion correspondante du fait d'autres caractéristiques (sa composition chimique, par exemple). En conséquence, la catégorie du déchet n'est pas obligatoirement assimilée à sa filière de gestion.

Activité	Période		
	Très courte durée de vie < 100 jours	Courte durée de vie ≤ 31 ans	Longue durée de vie > 31 ans
Très faible activité		Stockage dédié en surface. Filières de recyclage	
Faible activité			Stockage dédié en subsurface à l'étude
Moyenne activité	Gestion par décroissance radioactive	Stockage de surface (Centre de stockage de l'Aube) sauf certains déchets tritiés et certaines sources scellées	Filières à l'étude dans le cadre de l'article 3 de la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs
Haute activité		Filières à l'étude dans le cadre de l'article 3 de la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs	



## ..... LES FILIÈRES DE GESTION EXISTANTES .....

Si le Plan n'a pas vocation à présenter de manière détaillée les filières existantes et s'attache plutôt à décrire les actions à conduire pour améliorer la gestion des matières et déchets radioactifs, il convient de souligner que 80 % en volume des déchets radioactifs produits aujourd'hui en France disposent de filières de gestion opérationnelles, dont une présentation est donnée ici.

### DÉCHETS DE TRÈS FAIBLE ACTIVITÉ

En l'absence de seuil de libération pour les déchets issus des installations nucléaires de base seule importe l'origine du déchet au sein de l'installation. Pour accueillir les déchets les moins radioactifs, qualifiés de "très faible activité" (TFA) ; l'Andra exploite depuis août 2003 un Centre dédié, sur la commune de Morvilliers. Il dispose d'une capacité d'accueil de 650 000 m<sup>3</sup> et bénéficie de la proximité du Centre FMA. Au 31 décembre 2004, 16 644 m<sup>3</sup> de colis étaient stockés sur le centre TFA.



Centre de Morvilliers

### DÉCHETS DE FAIBLE ET MOYENNE ACTIVITÉ À VIE COURTE

Deux centres de stockage de ces déchets existent. Le premier, le centre de stockage de la Manche est désormais en phase de surveillance (depuis



Centre de stockage FMA de l'Aube

janvier 2003) ; il occupe une surface d'environ 15 hectares, sur le canton de Beaumont-Hague, dans le nord du Cotentin, près de l'usine d'Areva située à La Hague.

Entré en exploitation en janvier 1992, le Centre de stockage FMA de l'Aube a pris le relais du Centre de stockage de la Manche. Ce centre accueille des colis au rythme actuel d'environ 15 000 m<sup>3</sup> par an au 31 décembre 2004. Avec une capacité d'un million de mètres cubes, il pourra recevoir des colis de déchets pendant encore plusieurs décennies.

### MATIÈRES VALORISABLES

Le PNGMDR distingue quatre types de matières valorisables :

- **Les combustibles usés**, aujourd'hui retraités dans l'usine d'Areva-La-Hague. Le site de La Hague dispose de deux usines de capacités équivalentes (800 tonnes par an).
- **Les matières nucléaires séparées par le traitement**. Le retraitement des combustibles usés, tel qu'il est pratiqué actuellement à l'usine d'Areva-La-Hague, permet de séparer le plutonium et l'uranium. Le plutonium, qui contient un potentiel énergétique comparable à celui de l'uranium fissile, est réutilisé dans des combustibles à base d'oxyde de plutonium, dits "MOX". L'uranium séparé lors du processus de retraitement, "l'ura-



Site de La Hague

niium de retraitement” conserve encore un enrichissement en uranium 235 comparable à celui de l’uranium naturel, mais contient certaines impuretés, présentes en faibles quantités, issues du processus industriel de séparation. Une partie de l’uranium de retraitement séparé dans les usines de retraitement de l’usine Areva-La-Hague est reconverti en UF6 pour être réenrichi en isotope 235 à l’étranger, car l’usine actuelle d’enrichissement ne peut accueillir ce type d’UF6. La quantité d’uranium ainsi reconvertie correspond environ au tiers de l’uranium de retraitement séparé à la Hague annuellement par Areva pour EDF. L’uranium de retraitement ainsi enrichi est réutilisé pour fabriquer du combustible nucléaire.

- **L’uranium appauvri**, produit secondaire de l’opération d’enrichissement réalisée à Eurodif, est actuellement valorisé, de façon mineure vis-à-vis des flux de production annuels observés pour ces matières, comme support de fabrication de combustible MOX.

- **Les matières valorisables issues d’autres industries que l’industrie nucléaire** : l’inventaire national note qu’il existe également en France 10 850 t de nitrate de thorium et 21 755 t d’hydroxyde brut de thorium, qui sont majoritairement entreposées par Rhodia à La Rochelle. Ces matières peuvent présenter un intérêt énergétique pour l’industrie nucléaire en cas du développement futur de réacteurs “à neutrons rapides”. Il subsiste également dans les matières en suspension de Rhodia des terres rares potentiellement valorisables.

L’aspect valorisable de certaines matières radioactives mises en jeu dans le cycle du combustible nucléaire fait cependant débat. En effet, pour partie de ces matières, leur utilisation envisagée à ce jour implique le développement de nouveaux types de réacteurs.



Déchets de très faible activité



# ..... ACTIONS À MENER .....

## LES FILIÈRES DE GESTION À BÂTIR

### LES RECHERCHES À MENER SUR LES MATIÈRES ET LES DÉCHETS DE MOYENNE ACTIVITÉ ET DE HAUTE ACTIVITÉ À VIE LONGUE

#### Les principaux acquis des recherches de la loi du 30 décembre 1991

La loi du 30 décembre 1991, codifiée aux articles L.542-1 à L.542-14 du code de l'environnement, prévoyait la conduite de recherches visant à étudier les 3 axes d'études suivants :

- 1- séparation et transmutation d'éléments radioactifs à vie longue présents dans ces déchets ;
- 2- stockage réversible ou irréversible dans des formations géologiques profondes, notamment grâce à la réalisation de laboratoires souterrains ;
- 3- conditionnement et entreposage de longue durée en surface ou en subsurface.

La coordination de l'axe 2 était confiée à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) était lui chargé du pilotage des axes 1 et 3.

Pour assurer un suivi scientifique des programmes de recherche, la loi du 30 décembre 1991 a institué une Commission nationale d'évaluation (CNE) des recherches. La CNE a rédigé un rapport global d'évaluation des recherches qui a été transmis, en 2006, au Gouvernement et au Parlement.

Les recherches menées dans le cadre de la loi de 1991 ont été régulièrement évaluées par l'OPECST<sup>1</sup>. Ces recherches ont été coordonnées par le Comité d'Orientation et de Suivi des Recherches sur l'Aval du Cycle (COSRAC), comité regroupant les acteurs de la recherche sur les déchets radioactifs et les administrations impliquées sous l'égide du ministère de la recherche. Les résultats obtenus après quinze années de recherches sont synthétisés ci-après :

- Concernant le conditionnement, les résultats obtenus par le CEA et l'Andra sur le comportement à long terme des colis en vue de l'entreposage ou

du stockage permettent d'apporter une garantie de tenue à très long terme, de quelques centaines de milliers d'années pour les déchets vitrifiés, qui contribue à la sûreté de leur entreposage et permet d'envisager leur stockage dans de bonnes conditions.

- Pour les déchets ultimes issus du parc actuel (produits de fission et actinides mineurs vitrifiés notamment), il s'est établi un consensus international des experts au cours des quinze années de recherche pour noter que le stockage géologique constitue une solution de gestion sûre et pérenne. D'après les études scientifiques menées dans des laboratoires souterrains étrangers et dans le laboratoire souterrain de Bure, travaux qui ont notamment fait l'objet d'une évaluation internationale (OCDE/NEA), il ressort que l'argile se présente comme un milieu favorable. La couche épaisse trouvée sur le site du laboratoire de Bure présente des propriétés pétrophysiques, hydrogéologiques et géochimiques très intéressantes, dans une zone dite "de transposition" de 250 km<sup>2</sup>, qui rendent cette zone favorable pour confiner la radioactivité.

- L'entreposage bénéficie du retour d'expérience considérable déjà acquis avec les entrepôts industriels opérationnels en France et à l'étranger qui assurent d'ores et déjà cette fonction préalable au stockage définitif. Les progrès, obtenus pendant la période de la loi du 30 décembre 1991, dans la conception des entrepôts de dernière génération permettent d'atteindre des durées de vie techniques de l'ordre d'une cinquantaine d'années. Les travaux menés dans le cadre de la loi ont en outre dégagé des voies pour augmenter encore la durabilité des entrepôts industriels de dernière génération. Cependant, l'entreposage de longue durée, parce qu'il impose des contraintes de surveillance et de maintenance aux générations futures, ne peut constituer qu'une solution de gestion provisoire.

- Les recherches sur la possibilité à plus long terme de réduire la quantité et la toxicité radioactive des déchets à vie longue par séparation poussée puis transmutation des actinides mineurs dans de futurs réacteurs rapides ont également progressé, essentiellement sur la séparation poussée. Les études ont porté sur les potentialités des réacteurs

<sup>1</sup> Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques.

nucléaires dits de quatrième génération mais aussi sur d'autres technologies, comme les systèmes dits hybrides. Pour les différents cas de figure envisagés, de nombreuses recherches sont encore nécessaires pour passer à des applications industrielles. Par ailleurs, ces technologies ne permettront pas de réduire à zéro le volume et la radioactivité des déchets de haute activité produits.

### Les recherches restant à mener

**Les recherches sur la séparation poussée / transmutation** devront s'intéresser non seulement aux potentialités des réacteurs nucléaires dits de quatrième génération mais aussi à d'autres technologies, comme les systèmes dits hybrides. De façon générale, les recherches sur cet axe devront être menées dans l'objectif d'améliorer à terme, par la réduction de la quantité ou de la nocivité des déchets, les solutions de gestion des déchets ultimes, sur le plan de la sûreté, de la radioprotection, de la non-prolifération ou sur le plan économique. Pour ce faire, le CEA s'appuiera sur le CNRS, et également sur l'Andra pour les questions liées à l'impact de la séparation - transmutation sur le stockage.

Le décret fixant les prescriptions du PNGMDR prévoit que le CEA devra remettre aux ministres en charge de l'énergie, de la recherche et de l'environnement, un dossier afin d'établir un bilan de ces recherches avant le 31 décembre 2012. Ce bilan devra étudier les avantages et inconvénients d'une stratégie mettant en œuvre la séparation poussée / transmutation et à cette occasion, une comparaison systématique des potentialités des deux filières de transmutation rappelées plus haut, devra être présentée. Ce bilan permettra également de finaliser la conception d'installations prototypes qui pourraient voir le jour à l'horizon 2020.

**Les recherches sur le stockage géologique profond** : le programme des travaux à mener dans l'optique de l'élaboration d'un dossier de demande d'autorisation de création (DAC) d'un stockage s'appuie sur les résultats acquis depuis 1994, date à laquelle ont débuté les recherches dans ce domaine. Il s'agit maintenant de mettre en œuvre les programmes de recherche et d'ingénierie dont les résultats sous-tendront en particulier les documents qui serviront de base au débat public, prévu en 2013. De plus, ces documents prépareront le rendez-vous parlementaire devant statuer sur les conditions de la réversibilité du



*Laboratoire souterrain de Bure*

centre de stockage, après le dépôt de la demande d'autorisation de construction fin 2014 et son évaluation par les instances compétentes. Cette nouvelle phase de recherche, coordonnée par l'Andra en lien avec d'autres organismes de recherche, notamment le CNRS et le CEA, renvoie en particulier à la recherche d'un site de stockage au sein de la zone de transposition, à l'optimisation de la conception du stockage, et à la réalisation de démonstrateurs. Il s'agit de montrer une bonne capacité à comprendre, réaliser et gérer, d'une manière industrielle, les différentes étapes ou éléments clés d'un stockage. Ces travaux devraient déboucher sur une définition optimisée des installations et du fonctionnement d'un stockage profond (réalisation et exploitation), sur une estimation de son coût par type de déchets, ainsi que sur une évaluation de sa sûreté au regard de l'ensemble des différentes activités et phases de vie.

Dans ce cadre, le laboratoire de Bure permet de poursuivre l'acquisition de données afin de confirmer les données précédemment obtenues et de conduire des essais de nature technologique directement au sein du milieu considéré.

La phase d'études détaillées devant conduire à la dépose par l'Andra d'une demande de création d'un centre de stockage en 2014 comporte deux grands jalons. Ainsi, selon les dispositions du décret fixant les prescriptions du PNGMDR, l'Andra doit :

- Avant le 31 décembre 2009 proposer aux ministres chargés de l'énergie, de la recherche et de l'environnement :

a) une zone d'intérêt restreinte propice à l'implantation d'un stockage, sur laquelle seront



prises en œuvre des techniques d'exploration approfondies ;

b) des options de conception, de sûreté opérationnelle et à long terme et de réversibilité ;

c) un modèle d'inventaire des déchets à prendre en compte ;

d) des options d'entreposage en complément du stockage.

- Avant le 31 décembre 2012 remettre aux ministres chargés de l'énergie, de la recherche et de l'environnement le dossier de support à l'organisation du débat public prévu par la loi du 28 juin 2006.

**Les recherches sur l'entreposage :** sur la base du nouvel inventaire national des matières et des déchets radioactifs en 2009, l'Andra recensera les besoins d'entreposage en tenant compte des capacités existantes puis précisera en fonction des différents scénarios de stockage les besoins d'entreposage afférents.

Sur la base de ce recensement, l'Andra proposera au Gouvernement avant le 31 décembre 2009 les études qu'elle entend mener sur les évolutions possibles en matière d'entreposage. Elle devra remettre les conclusions de ces études au plus tard le 31 décembre 2012.

Les recherches devront également se poursuivre, sous la responsabilité des producteurs de déchets, afin notamment de définir ou préciser les conditionnements de certains déchets (cas par exemple des déchets anciens dont la reprise doit intervenir avant 2030).

L'ANDRA a pour sa part la responsabilité de conduire les études sur le confinement apporté par le conditionnement des déchets une fois que ces déchets sont placés dans les ouvrages du stockage géologique.

**Les recherches amont et interdisciplinaires :** en soutien aux recherches ciblées sur la séparation poussée/transmutation, le stockage géologique profond et l'entreposage, un programme de recherches génériques portant sur des connaissances d'intérêt commun aux différents projets sera maintenu. Outre des recherches académiques en Sciences des Matériaux, en Chimie, en Sciences de la Terre et en Mathématiques, un effort particulier sera mené afin de développer les études de sociologie et de sciences humaines. Par ailleurs, des recherches concernant la radiobiologie et la radioécologie seront développées, notamment en appui à l'évaluation de sûreté.

Les déchets de faible activité à vie longue sont principalement constitués des déchets de graphite et une partie de l'inventaire des déchets radifères.

a) Les déchets de graphite, qui seront générés lors du démantèlement des réacteurs uranium naturel-graphite-gaz, se présentent sous forme de briques ou de rondins dans les caissons des réacteurs ou de chemises dans les silos et de déchets de procédés tels que des résines polluées par le graphite.

Les principaux radionucléides contenus sont le tritium, le cobalt 60 pour les radionucléides à vies courtes et le carbone 14 et le chlore 36 pour les radionucléides à vies longues.

L'ensemble de l'inventaire s'élève donc à environ 22 500 t, avec une activité massique moyenne de l'ordre de 1500 Bq/g en chlore 36 et 100 000 Bq/g en carbone 14 (estimations enveloppes).

b) Les déchets radifères sont issus d'activités historiques, cela peut être le cas de déchets issus du traitement de minerai d'uranium des anciennes usines CEA du Bouchet, par exemple, ou de déchets produits par l'exploitation de terres rares par l'usine Rhodia à la Rochelle (ex-Rhône Poulenc). Certains déchets sont toujours produits aujourd'hui, c'est par exemple le cas des déchets de l'usine Cezus de Jarrie qui fabrique des éponges de zirconium pour l'industrie métallurgique et mécanique du zirconium, à partir de minerai de zircon, lequel présente des traces de radium qui se concentrent dans les déchets.

L'inventaire maximal de déchets radifères est d'environ 60 000 t, avec une activité moyenne d'environ 220 Bq/g. Cet inventaire reste néanmoins à consolider.

c) Le concept de stockage des déchets de graphite envisagé par l'Andra est un stockage à faible profondeur (de l'ordre de quelques dizaines de mètres).

Le concept de stockage étudié par l'Andra pour les déchets radifères est assez proche de celui du stockage des déchets de graphite, malgré un certain nombre de différences, dont le conditionnement prévu pour ces déchets. La loi de programme du 28 juin 2006 sur la gestion durable des matières et des déchets radioactifs prévoit la mise en service d'un tel stockage en 2013.

C'est pourquoi, le décret fixant les prescriptions du PNGMDR prévoit qu'au plus tard le 31

décembre 2009, l'Andra remettra aux ministres chargés de l'énergie et de l'environnement une analyse des sites susceptibles d'accueillir un tel stockage. Cette analyse s'appuiera notamment sur des investigations locales pour évaluer la conformité de ces sites aux critères de choix géologiques et environnementaux.

L'Andra doit également étudier d'ici le 31 décembre 2008 la possibilité de prendre en charge d'autres types de déchets de faible activité à vie longue, tels que :

1. des objets contenant du radium, de l'uranium et du thorium de faible activité massique ;
2. des sources scellées usées à vie longue de faible activité, dont les sources de détecteurs d'incendie et des sources de paratonnerres radioactifs.

## ACTIONS D'AMÉLIORATION POSSIBLE

### SOURCES : SCHÉMA DE GESTION

#### À PRÉCISER

Les sources radioactives scellées sont des objets de petites tailles, utilisés pour leurs propriétés radioactives dans de multiples applications (médicales, scientifiques ou industrielles). Elles concentrent la radioactivité dans de petits volumes, et sont le plus souvent constituées de métaux inoxydables qui ont une grande longévité.

Une fois la durée d'utilisation autorisée atteinte (10 ans), les sources scellées doivent être rendues à leur fournisseur, qui les retourne au fabricant ou les font éliminer dans des installations autorisées. Il s'ensuit concrètement trois possibilités :

*Exemple de sources scellées*



- retour de la source vers le fournisseur, puis exportation vers un fournisseur ou un fabricant étranger ;
- retour vers le fournisseur, puis vers le fabricant situé sur le territoire français ;
- pas de fournisseur identifié. Un système doit alors être mis en place permettant la reprise de l'objet.

La majorité des sources scellées usagées sont entreposées, dans l'attente d'une solution d'élimination, dans des installations nucléaires. Si leur nombre est important, plusieurs dizaines de milliers d'exemplaires, plusieurs millions pour les sources des détecteurs ioniques, leur volume est relativement faible.

L'Andra est autorisée à stocker au centre de l'Aube une partie seulement de l'inventaire des sources usagées. Ces sources doivent respecter des conditions strictes, notamment sur la limite d'activité par source et sur la période radioactive du radionucléide contenu dans la source qui doit être inférieure à 30 ans (sources dites "à vie courte"). Seules 10 % des sources scellées usagées pourraient ainsi trouver une solution d'élimination définitive.

Le PNGMDR propose des solutions permettant d'améliorer cette fin de vie des sources, en veillant notamment à limiter le nombre de sources scellées à gérer. C'est notamment le cas en mettant fin à des utilisations considérées comme non justifiées de sources scellées, dans les détecteurs de fumée, par exemple, pour lesquels il existe des solutions alternatives. Cela consiste à pouvoir dans certains cas prolonger la durée d'utilisation d'une source scellée, qui est pour l'instant limitée à 10 ans en France. Enfin, cela consiste à pouvoir recycler, dans des installations autorisées et contrôlées, les matières radioactives contenues dans les sources scellées.

Pour les sources scellées usagées qui seront considérées comme des "déchets ultimes", le PNGMDR propose que l'Andra étudie des solutions de stockage notamment dans les deux projets à l'étude, à savoir le stockage de déchets graphite-radifère, et le stockage en formation géologique profonde.

L'objectif est de pouvoir disposer, d'ici la prochaine mise à jour du PNGMDR, d'un schéma de gestion plus clair des sources scellées usagées, notamment du point de vue technique (filère, conditionnement) et économique.

## DÉCHETS TRITIÉS : ÉTUDIER LA POSSIBILITÉ D'ENTREPOSER POUR DÉCROISSANCE DE L'ACTIVITÉ DANS L'ATTENTE D'UN STOCKAGE

La majorité de l'inventaire des déchets tritiés existants est entreposé à Valduc et Marcoule (environ 2000 m<sup>3</sup> pour 10 000 colis). 95,5 % de ces déchets proviennent des activités de la Direction des applications militaires du CEA.

La répartition de l'inventaire de ces déchets en fonction du niveau de dégazage de tritium des fûts primaires est la suivante :

- haute activité (HA): 4,6 % ;
- moyenne activité (MA) : 30,7 % ;
- faible activité (FA) : 53,7 % ;
- très faible activité (TFA) : 11 %.

L'expérience acquise au Centre de stockage de la Manche a conduit l'Andra à limiter les quantités de tritium susceptibles d'être acceptées au centre de stockage de l'Aube et à traiter l'accueil des déchets tritiés au cas par cas, en vue d'éviter le marquage radioactif par le tritium des sols et de la nappe phréatique du centre.

Le respect de ces objectifs au CSA rend en pratique impossible l'acceptation de la plupart des déchets tritiés, quelle qu'en soit leur origine (défense, recherches médicales, sources radioluminescentes...).

L'élimination de ces déchets en centre de stockage est très limitée en raison d'une part de la faiblesse des critères d'acceptation des sites actuels de stockage, d'autre part du fait que la production de ces déchets est faible, le stock de tritium dans les déchets décroissant dans le temps (la période radioactive du tritium est de 12,3 ans).

Le tritium est un atome d'hydrogène radioactif qui diffuse très facilement sous forme de gaz, y compris à travers des matériaux habituellement utilisés pour le confinement, et peut migrer ultérieurement dans le milieu naturel, sous forme de gaz ou d'eau. Il peut ainsi se déplacer sous forme diffuse hors des colis et ouvrages. Les installations d'entreposage ou de stockage de déchets tritiés présentent un marquage de l'environnement mesurable, mais le niveau de risque est limité compte tenu de la radiotoxicité relativement faible de cet élément.

Le décret fixant les prescriptions relatives au PNGMDR prévoit la conduite d'une étude par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) d'ici le

31 décembre 2008 sur les solutions d'entreposage pour décroissance de déchets contenant du tritium et non acceptables directement dans les centres de stockage de l'Andra.

Cette étude doit préciser la durée d'entreposage de ces déchets avant prise en charge dans une filière d'élimination et doit présenter les orientations de sûreté et préciser les dispositions de conception, de réalisation et d'exploitation de l'entreposage qui permettent de limiter autant que possible la migration de tritium dans l'environnement, pour profiter de la décroissance radioactive du tritium.

Le Commissariat à l'énergie atomique doit proposer dans le cadre de cette étude un échéancier de mise en œuvre des solutions d'entreposage envisagées et remettre une première estimation de leur coût.

## RÉSIDUS MINIERS : PLAN DE SURVEILLANCE

Des mines d'uranium ont été exploitées en France entre 1948 et 2001, conduisant à la production de 76 000 tonnes d'uranium. On compte environ 180 sites miniers d'extraction, le traitement des minerais quant à lui a été effectué dans 8 usines.

La quantité de résidus peut être évaluée à 50 millions de tonnes au total. Les résidus sont stockés sur 17 sites. Il existe deux types de résidus de traitement du minerai, qui ne présentent pas la même activité massique : les activités massiques moyennes en radium sont de 3,8 Bq/g pour les résidus issus de la lixiviation<sup>2</sup> statique (environ 20 Mt) et de 29 Bq/g pour ceux issus de la lixiviation dynamique (environ 30Mt). Les activités sont de l'ordre de grandeur des déchets de très faible activité. Ils posent néanmoins des problèmes spécifiques en raison du radon (période radioactive de 1600 ans). Le centre TFA est en effet conçu pour être banalisé 30 ans après la fin d'exploitation.

Les sites de stockage ont été installés à proximité des installations de traitement de minerai d'uranium dans d'anciennes mines à ciel ouvert ou dans des bassins fermés par une digue de ceinture ou encore derrière une digue barrant un talweg. Chacun de ces stockages, de un à quelques dizaines d'hectares, renferme quelques milliers à plusieurs millions de tonnes de résidus.

<sup>2</sup>La lixiviation correspond à la percolation lente de l'eau à travers le sol, accompagnée de la dissolution des matières solides qui y sont contenues.



*Stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium de Bellezane, après réaménagement*

Avec la fermeture progressive des exploitations minières, le réaménagement de ces sites a consisté en la mise en place d'une couverture solide sur les résidus pour assurer une barrière de protection géomécanique et radiologique permettant de limiter les risques d'intrusion, d'érosion, de dispersion des produits stockés et ainsi que ceux liés à l'exposition externe et interne (radon) des populations alentours. Les résultats des mesures réalisées sur les stockages sont du même ordre de grandeur que ceux des mesures dans l'environnement du site.

Un dispositif de surveillance a été établi à partir de l'analyse de l'ensemble des voies de transfert et d'exposition et de l'identification des groupes de population susceptibles d'être le groupe le plus exposé. Les résultats montrent le respect de la limite de dose efficace ajoutée de 1 mSv/an.

Une série d'actions a été engagée par les pouvoirs publics en vue de définir et d'appliquer une doctrine en matière de réaménagement des sites de stockage, notamment au début des années 90. Dans la continuité de ces actions, la loi du 28 juin 2006 prévoit l'établissement d'un bilan en 2008 de l'impact à long terme des sites de stockage de résidus miniers d'uranium et la mise en oeuvre d'un plan de surveillance radiologique renforcée de ces sites. Il est également à noter la création d'un groupe d'expertise pluraliste chargé de donner un avis sur les conditions de réhabilitation des sites miniers implantés dans la région Limousin.

Le décret fixant les prescriptions relatives au PNGMDR prévoit ainsi que les exploitants des installations remettent, au plus tard le 31 décembre 2008, une étude relative à l'impact à long

terme sur la santé et sur l'environnement de ces stockages aux ministres chargés de l'énergie et de l'environnement.

Cette étude comprend notamment :

- une évaluation du comportement mécanique et géochimique des résidus stockés ;
- une analyse des perspectives de mise en sécurité à long terme des résidus contenus par des digues de rétention ;
- une étude de l'impact à long terme des stockages des résidus prenant en compte un scénario d'évolution normal et des scénarios d'évolution altérés.

L'étude précise, si nécessaire, les mesures envisagées pour renforcer les dispositions de prévention des risques d'exposition du public et proposera un échéancier de mise en oeuvre.

Il convient à cet égard de rappeler également l'existence des stériles miniers. Ce ne sont pas des déchets au sens du code de l'environnement, car ce sont des roches concassées, qui n'ont pas subi de traitement chimique particulier. Cependant, il paraît utile d'évoquer leur cas ici dans la mesure où un amalgame est souvent réalisé entre résidus miniers (qui sont des déchets de procédé) et stériles miniers.

L'extraction de minerai, notamment dans les mines à ciel ouvert, impose généralement d'extraire également des roches environnantes, considérées comme stériles, c'est-à-dire dont la teneur en uranium est inférieure à la teneur minimale récupérable économiquement. Néanmoins, les mines étant situées dans des régions naturellement riches en uranium, et la définition de stérile étant uniquement relative au caractère économique de la récupération de l'uranium, les stériles miniers ont généralement des teneurs en radioéléments naturels plus élevées que la moyenne. Pour donner une idée des ordres de grandeur, on peut généralement considérer comme stérile des roches dont la teneur massique en uranium ne dépasse pas 0,03 %, mais cette teneur de coupure varie selon les conditions locales. Sauf d'éventuels rares cas très spécifiques associés à des conditions très défavorables, le problème des stériles rejoint le problème de la protection de la population dans les régions à radioactivité naturelle plus élevée que la moyenne.



## DÉCHETS À RADIOACTIVITÉ NATURELLE RENFORCÉE : POINT D'ICI 2009

Les déchets à radioactivité naturelle renforcée sont issus d'activités le plus souvent industrielles qui ne visent pas à utiliser la radioactivité. Des résidus contenant de la radioactivité naturelle sous une forme concentrée, qui peuvent poser des problèmes de radioprotection, sont toutefois produits. En effet, les matières premières utilisées sont soit déjà naturellement concentrées en éléments radioactifs (minerais), soit le procédé mis en jeu dans ce cas concentre les éléments naturellement radioactifs dans certains flux de matière, ou bien encore les deux phénomènes s'additionnent. On peut néanmoins constater que ces déchets, s'ils peuvent présenter des quantités relativement importantes, présentent des activités massiques relativement faibles.

Bien qu'il s'agisse de pratiques relativement anciennes, leur prise en compte au titre de la radioprotection est relativement récente, au moins du point de vue réglementaire.

Une des difficultés posées par la gestion de ces déchets est une connaissance rudimentaire de leur inventaire. Un rapport de décembre 2005 de l'Association Robin des Bois, ainsi que l'examen des études imposées par l'arrêté du 1<sup>er</sup> juin 2005 doivent permettre toutefois de mieux apprécier les caractéristiques de ces déchets, tant en termes de quantité que d'activité radiologique.

Le ministère en charge de l'environnement a publié en 2006 un guide méthodologique d'évaluation de l'impact radiologique du stockage de déchets à radioactivité naturelle renforcée en vue de leur acceptation dans les centres d'enfouissement technique. La loi du 28 juin 2006 prévoit l'établissement d'un bilan en 2009 des solutions de gestion à court et à long terme des déchets à radioactivité naturelle renforcée, proposant, s'il y a lieu, de nouvelles solutions.

Le décret fixant les prescriptions relatives au PNGMDR prévoit que ce bilan, rédigé par l'ASN, vise à évaluer l'impact radiologique des solutions, à court et à long termes. Il porte également sur la gestion des déchets à radioactivité naturelle renforcée produits avant le 1<sup>er</sup> janvier 2007 en vue d'évaluer leur impact radiologique.

*Paratonnerre radioactif*

## ACTIONS À MENER À TITRE DE PRÉCAUTION

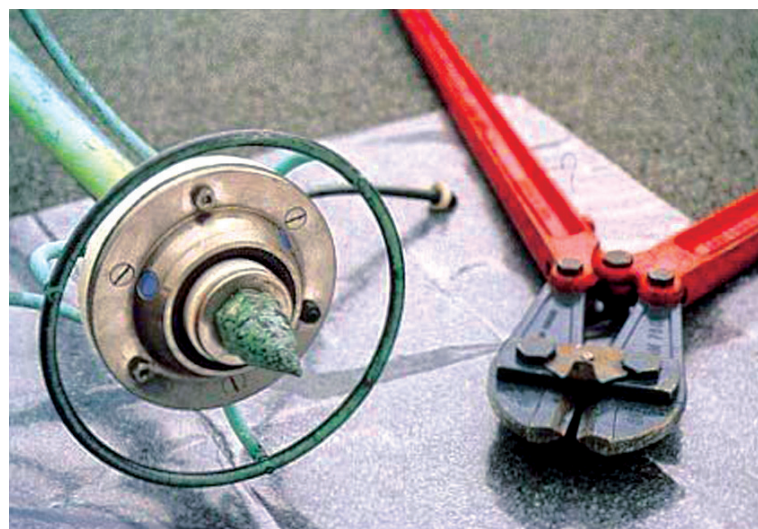
### RETRAIT DES MATIÈRES RADIOACTIVES DONT LA RADIOACTIVITÉ N'EST PLUS JUSTIFIÉE AUJOURD'HUI

Les objets qui ont été identifiés pour des actions de récupération, lors du développement du PNGMDR, sont les suivants :

- objets médicaux au radium (résiduel suite aux campagnes de récupération déjà effectuées) ;
- paratonnerres radioactifs ;
- sources radioactives distribuées avant les années 1950, notamment à des fins pédagogiques.

Compte tenu du fait que nombre de possesseurs de ces objets n'ont probablement pas conscience de leur caractère radioactif, il semble nécessaire d'inclure dans l'organisation de la campagne de récupération, une campagne publicitaire orientée vers le grand public ou vers certains types de profession ciblée (éducation nationale, professionnels de la protection contre la foudre...). Par conséquent, le coût de ces campagnes de récupération n'est certainement pas anodin, et surtout, est difficilement prévisible a priori compte tenu du fait que l'on ne peut qu'estimer le nombre d'objets potentiellement concernés, et le nombre d'objets qui seront effectivement récupérés.

Quoiqu'il en soit, procéder à ces campagnes de récupération apparaît nécessaire pour préserver l'avenir, et ressort comme une des grandes conclusions du PNGMDR. Le caractère limité des ressources financières disponibles impose de définir des priorités.



Ainsi, le PNGMDR suggère :

- dans un premier temps, d'étudier la possibilité d'organiser une telle collecte, en vérifiant l'adéquation des filières de prise en charge, l'organisation à mettre en œuvre et le financement correspondant ;
- dans un deuxième temps, diffuser à l'attention de publics ciblés (exemple : éducation nationale, administration des hôpitaux) des informations qui permettraient d'identifier des sources et objets radioactifs anciens qui pourraient se trouver encore entreposés dans ces institutions, après avoir retrouvé une iconographie adéquate de ces objets ; demander aux personnes qui identifieraient ces objets d'en informer un organisme centralisateur, et leur indiquer des mesures simples de mise en sécurité ;
- dans un troisième temps, sur la base de ces informations qui permettront de dimensionner une campagne de récupération, et dans la mesure où cette mesure s'avère justifiée du point de vue de la radioprotection, procéder à la récupération de ces objets.

La loi du 28 juin 2006 a conféré à l'Andra une mission d'intérêt général consistant à "assurer la collecte, le transport et la prise en charge de déchets radioactifs et la remise en état de sites de pollution radioactive sur demande et aux frais de leurs responsables ou sur réquisition publique lorsque les responsables de ces déchets ou de ces sites sont défaillants".

## ETUDES SUR LES POSSIBILITÉS DE VALORISER CERTAINES MATIÈRES

Le PNGMDR considère qu'à titre conservatoire, il est souhaitable d'envisager comment ces matières pourraient être éliminées si elles venaient un jour, pour une raison ou pour une autre, à être considérées comme des déchets.

Des études sur les filières de gestion si ces matières venaient à être considérées comme des déchets, sont demandées par le décret fixant les prescriptions du PNGMDR dans son article 13 à l'ensemble des propriétaires de matières valorisables pour au plus tard le 31 décembre 2010. Ces études pourront notamment servir comme point de comparaison technique et économique.

Concernant les combustibles usés, ces études pourront être utiles dans le cadre du débat public prévu par la loi du 28 juin 2006. Parmi les éléments d'appréciation, figure l'identification des risques et contraintes supplémentaires, voire spécifiques, liés au stockage de combustibles usés non retraités durant les différentes phases de vie du stockage, y compris la réversibilité.

## REPRISE DES DÉCHETS ANCIENS

Pour les déchets anciens non conditionnés à ce jour, le producteur avait parfois défini dès l'origine une stratégie de conditionnement de référence. C'est le cas des produits de fission conservés sous forme liquide. Ils ont été entreposés, pour certains pendant plusieurs décennies, en attente de mise au point de la vitrification. Puis ils ont été vitrifiés selon les techniques de la décennie 1990. A ce jour, la majorité des produits de fission séparés sur le sol français a été vitrifiée, y compris les stocks "anciens" d'avant 1990 (mais à l'exception de 250 m<sup>3</sup> dits "UMo" dont la spécificité nécessite des développements de la technologie de vitrification à mettre en œuvre). Toutefois, dans une majorité de cas, l'attente en entreposage n'était pas assortie d'une stratégie arrêtée dès l'origine. Il s'agit de déchets bruts de diverses natures : éléments de structure des anciens assemblages, combustibles usés, filtres, résines, "boues" de traitement d'effluents, déchets technologiques. Dans de nombreux cas, quand la reprise n'a pas déjà débuté, l'industriel responsable de leur gestion a défini des conditionnements de référence reposant sur une R&D importante et il a lancé ou programmé les opérations pour reprendre et conditionner (ou reconconditionner) ces déchets.

La loi du 28 juin 2006 sur la gestion durable des matières et des déchets radioactifs prévoit que les déchets produits avant 2015 devront avoir été reconconditionnés en 2030 au plus tard.

# CONCLUSION



La majeure partie du travail qui a conduit à cette première édition du PNGMDR a été réalisée de manière concomitante avec les travaux de préparation de la loi. Dans les six mois qui ont séparé la publication de la loi du 28 juin 2006 et sa transmission au Parlement, le PNGMDR a été mis à jour de manière à tenir compte des prescriptions précisées par la loi. Le PNGMDR dresse ainsi une feuille de route détaillée pour les prochaines années.

En revanche, concernant les besoins et capacité d'entreposage, différentes filières sont aujourd'hui envisagées. Afin de déterminer les besoins prévisibles en installations d'entreposage dans le cadre de l'édition du deuxième plan, un exercice de recensement est lancé à travers la première édition du Plan.

La loi du 28 juin 2006 prévoit que le PNGMDR est réalisé tous les trois ans ; la prochaine édition du PNGMDR, attendue pour début 2010, pourra donc s'appuyer dès le lancement des travaux sur le cadre fixé par la loi. Cette deuxième édition du PNGMDR pourra s'appuyer sur la publication de l'inventaire national des matières et déchets radioactifs par l'Andra prévue mi-2009 pour la perspective de production de déchets dans les prochaines décennies, et pour les besoins et capacité d'entreposages et sera l'occasion de réaliser un bilan complet des actions engagées pour répondre aux objectifs du décret fixant les prescriptions du PNGMDR.



6, place du Colonel Bourgoïn

75572 Paris cedex 12

Téléphone 01 40 19 86 00

Fax 01 40 19 86 69

Crédits photos : Couverture : Bure, vitrification, hall d'entreposage, piscine d'entreposage : Andra • CEA / Le Corre.  
Intérieur : Centre de Morvilliers : Andra / Pascal Bourguignon • La Hague : Areva / Gérard Hallary • Centre de l'Aube :  
Andra / Pascal Bourguignon • Sources scellées : Areva • Site de Bellezane : Andra • Laboratoire de Bure : Andra / Graphix Image  
• Paratonnerre radioactif : Andra / Philippe Demail.  
Conclusion : Galerie de Bure : Andra • Déchets vitrifiés Marcoule : CEA • Assemblée nationale : Assemblée nationale-2008.