

# Plan national

de gestion des matières  
et des déchets radioactifs

2013 – 2015



SYNTHÈSE



<b>La gestion des matières et des déchets radioactifs : principes et objectifs</b>	<b>4</b>
Qu'est-ce qu'une matière radioactive ? Qu'est-ce qu'un déchet radioactif ?	
D'où proviennent les déchets ?	
Quels sont les différents types de déchets ?	
Quels sont les cadres juridique et institutionnel de la gestion des déchets radioactifs ?	
La dimension sociétale et la préservation de la mémoire	
Comment est financée la gestion des déchets ?	
<b>Améliorer les modes de gestion existants</b>	<b>9</b>
La gestion des situations historiques	
La gestion des résidus de traitement minier et stérile minier	
Schéma de principe des étapes du cycle du combustible nucléaire	
La gestion des matières radioactives	
Le combustible utilisé	
L'uranium	
Le plutonium	
Le thorium	
La gestion des déchets par décroissance radioactive	
La valorisation des déchets radioactifs	
L'incinération des déchets radioactifs	
Le stockage des déchets de très faible activité (TFA)	
Le stockage des déchets de faible et moyenne activités à vie courte (FMA-VC)	
La gestion des déchets à radioactivité naturelle renforcée	
<b>Les filières de gestion à mettre en place : besoins et perspectives</b>	<b>20</b>
La gestion des déchets nécessitant des travaux spécifiques	
La gestion des déchets de faible activité à vie longue (FAVL)	
La gestion des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA-MAVL)	
L'amélioration de la cohérence globale de la gestion des matières et des déchets radioactifs	
<b>Conclusion</b>	<b>25</b>
<b>Annexes</b>	<b>26</b>
Les principaux acteurs de la gestion des matières et des déchets radioactifs	
Glossaire	



Renvoie à la partie correspondante dans le rapport complet



Paragraphe synthétique sur les recommandations énoncées dans le plan

Les matières et les déchets radioactifs doivent être gérés de façon durable, dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement.

Le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) constitue un outil privilégié pour mettre en œuvre ces principes dans la durée, selon le cadre fixé par la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs. Il vise principalement à dresser un bilan régulier de la politique de gestion de ces substances radioactives, à évaluer les besoins nouveaux et à déterminer les objectifs à atteindre à l'avenir, notamment en termes d'études et de recherches. Son bien fondé a été confirmé au niveau européen par la directive établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, adoptée le 19 juillet 2011.

L'édition 2013-2015 du plan constitue la troisième édition du PNGMDR. Par souci de concertation, la DGEC et l'ASN ont ainsi choisi de rédiger à nouveau le PNGMDR sur la base des présentations et échanges réalisés au sein d'un groupe de travail pluraliste comprenant notamment des associations de protection de l'environnement et des autorités d'évaluation et de contrôle, aux côtés des producteurs et gestionnaires de déchets radioactifs.

Le PNGMDR propose des pistes pour améliorer la gestion de l'ensemble des matières et des déchets radioactifs. Ces propositions sont issues du travail considérable engagé depuis la première version du PNGMDR couvrant la période 2007-2009, notamment la réalisation puis l'évaluation des études demandées par le Gouvernement. Si les progrès réalisés sont appréciables, le travail doit cependant continuellement être poursuivi. Il s'agit de progresser toujours plus dans la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, en définissant des solutions de gestion définitives, de long terme, pour l'ensemble de ces substances. Il est de notre responsabilité de ne pas reporter cette charge sur les générations futures.

**Laurent Michel,**

directeur général de l'énergie et du climat (DGEC)

**Pierre-Franck Chevet,**

président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

Le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) dresse un bilan de la politique de gestion, évalue les besoins et détermine les objectifs à atteindre à l'avenir.

Le PNGMDR 2013-2015 poursuit et étend les actions engagées dans le plan précédent et insiste sur la nécessité de développer des schémas industriels globaux de gestion et des modes de gestion pour les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue.

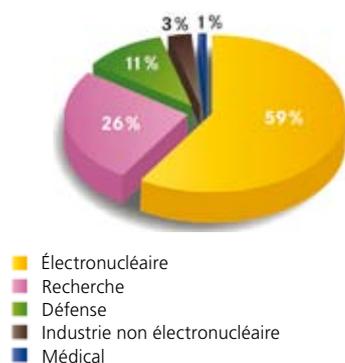
Cette synthèse restitue les principaux éléments de bilan et demandes du PNGMDR. Elle reprend la structure du PNGMDR 2013-2015 afin de permettre au lecteur d'approfondir les sujets en se rapportant au rapport complet disponible sur les sites de l'ASN et du ministère. Ainsi, des pictogrammes indiquent tout au long de la synthèse la partie correspondante dans le rapport complet. La synthèse est structurée en trois parties. La première partie rappelle les principes et les objectifs de la gestion des matières et des déchets radioactifs. Le bilan et les perspectives d'évolution des filières de gestion existantes sont exposés dans la deuxième partie. Enfin, la troisième partie présente les besoins et perspectives pour les filières de gestion à mettre en place.

## DÉFINITION

### Radioactivité

La radioactivité est un phénomène naturel au cours duquel des noyaux atomiques instables se transforment, après une série de désintégrations, en des noyaux atomiques stables. Ces transformations s'accompagnent de l'émission de rayonnements ionisants. Il existe des sources de radioactivité naturelles (granit, rayonnement cosmique...) et artificielles (réacteurs de production d'électricité nucléaire, activités médicales de radiothérapie...).

## CHIFFRES CLÉS



Répartition en volume des déchets à fin 2010 par secteur économique.



Coulée de vitrification de déchets HA (haute activité).

## La gestion des matières et déchets radioactifs : principes et objectifs

### Qu'est-ce qu'une matière radioactive ? Qu'est-ce qu'un déchet radioactif ?



Parmi les substances radioactives, certaines sont des matières et d'autres sont des déchets.

Ainsi, au sens du code de l'environnement, les matières radioactives sont des substances pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée. Il s'agit principalement de combustibles en cours d'utilisation ou usés, d'uranium naturel, enrichi, appauvri ou de retraitement, de plutonium et de thorium.

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

### D'où proviennent les déchets ?

Les matières et déchets radioactifs produits depuis le début du xx<sup>e</sup> siècle sont principalement issus de cinq secteurs économiques :

- **le secteur électronucléaire** : principalement les centrales nucléaires de production d'électricité, ainsi que les usines dédiées à la fabrication et au traitement du combustible nucléaire (extraction et traitement du minerai d'uranium, conversion chimique des concentrés d'uranium, enrichissement et fabrication du combustible, traitement du combustible usé et recyclage) ;
- **le secteur de la recherche** : la recherche dans le domaine du nucléaire civil (notamment les activités de recherche du CEA), les laboratoires de recherche médicale, de physique des particules, d'agronomie, de chimie... ;
- **le secteur de la défense** : principalement les activités liées à la force de dissuasion, dont la propulsion nucléaire de certains navires ou sous-marins, ainsi que les activités de recherche associées ;
- **le secteur industriel non électronucléaire** : notamment l'extraction de terres rares, la fabrication de sources scellées, mais aussi diverses applications comme le contrôle de soudure, la stérilisation de matériel médical, la stérilisation et la conservation de produits alimentaires... ;
- **le secteur médical** : les activités thérapeutiques, de diagnostic et de recherche.

### Quels sont les différents types de déchets ?

Concernant les déchets radioactifs, la classification française usuelle repose sur deux paramètres importants pour définir le mode de gestion approprié :

- **le niveau d'activité**, qui correspond au nombre de désintégrations par unité de temps des éléments radioactifs contenus dans le déchet. Il s'agit autrement dit du niveau de radioactivité. En fonction de la quantité et de la nature des substances radioactives que les déchets contiennent, ceux-ci peuvent être de très faible, faible, moyennement ou haute activité ;
- **la période radioactive** des radioéléments contenus dans le déchet. La période

radioactive correspond au temps nécessaire pour que la quantité d'atomes d'un élément radioactif soit désintégrée de moitié. La période varie avec les caractéristiques de chaque radioélément. Au bout de 10 périodes, le niveau de radioactivité d'un élément est divisé par 1000 environ. On considère généralement que cette durée d'une dizaine de périodes représente la durée de vie d'un radioélément. On distingue, en particulier, les déchets dont la radioactivité provient principalement des radioéléments dont la période est inférieure à 31 ans (déchets dits à vie courte – VC) des déchets dont la radioactivité provient principalement de radioéléments dont la période est supérieure à 31 ans (déchets dits à vie longue – VL).

Cette classification comprend les principales catégories suivantes :

- **les déchets de haute activité (HA)**, principalement issus des combustibles usés après traitement. Ils sont conditionnés en colis de verre ;
- **les déchets de moyenne activité à vie longue (MAVL)**, également principalement issus des combustibles usés après traitement et des activités d'exploitation et de maintenance des usines de traitement du combustible. Il s'agit de déchets de structure, des coques et embouts constituant la gaine du combustible nucléaire, conditionnés dans des colis de déchets cimentés ou compactés, ainsi que de déchets technologiques (outils usagés, équipements...) ou encore de déchets issus du traitement des effluents comme les boues bitumées ;
- **les déchets de faible activité à vie longue (FAVL)**, essentiellement des déchets de graphite et des déchets radifères. Les déchets de graphite proviennent principalement du démantèlement des réacteurs de la filière uranium naturel graphite gaz. Les déchets radifères sont en majorité issus d'activités industrielles non électronucléaires (comme le traitement de minéraux contenant des terres rares). Cette catégorie comprend également d'autres types de déchets tels que certains colis de bitume anciens, des résidus de traitement de conversion de l'uranium issus de l'usine Comurhex située à Malvési... ;
- **les déchets de faible activité et moyenne activité à vie courte (FMA-VC)**, essentiellement issus de l'exploitation, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible, des centres de recherche et pour une faible partie des activités de recherche médicale ;
- **les déchets de très faible activité (TFA)**, majoritairement issus de l'exploitation, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible et des centres de recherche ;
- **les déchets à vie très courte**, provenant principalement du secteur médical ou de la recherche. Ils sont entreposés sur leur site d'utilisation le temps de leur décroissance radioactive, avant élimination dans une filière conventionnelle correspondant à leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.

Cette classification permet schématiquement d'associer à chaque catégorie de déchets une ou plusieurs filières de gestion, comme présenté de manière synthétique dans le tableau ci-après.



Exemple de déchets MAVL (moyenne activité à vie longue) - Embouts de combustibles.



Certains objets de notre quotidien peuvent contenir de la radioactivité. Ce sont le plus souvent des déchets FAVL (de faible activité à vie longue). Par exemple, certains détecteurs de fumée à chambre d'ionisation contiennent de l'américium 241 qui est radioactif.



Exemple de déchets FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte) issus de l'exploitation d'un laboratoire.



Exemple de déchets TFA (très faible activité) : morceaux de métal et de plastique issus du démantèlement d'installations nucléaires.

**FOCUS**

L'inventaire national est disponible sur le site [www.andra.fr](http://www.andra.fr), rubrique Éditions/ Inventaire national.

		Déchets dits à vie très courte contenant des radioéléments de période < 100 jours	Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement des radioéléments de période ≤ 31 ans	Déchets dits à vie longue contenant majoritairement des radioéléments de période > 31 ans
Centaines Bq/g	<b>Très faible activité (TFA)</b>	<b>Gestion par décroissance radioactive sur le site de production</b>  <i>puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels</i>	<b>Recyclage ou stockage dédié en surface</b> <i>(installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube)</i>	
Millions Bq/g	<b>Faible activité (FA)</b>		<b>Stockage de surface</b> <i>(centre de stockage des déchets de l'Aube)</i>	<b>Stockage à faible profondeur</b> <i>(à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)</i>
	<b>Moyenne activité (MA)</b>			
Milliards Bq/g	<b>Haute activité (HA)</b>	<b>Non applicable<sup>1</sup></b>	<b>Stockage en couche géologique profonde</b> <i>(en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)</i>	

<sup>1</sup>Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

**CHIFFRES CLÉS**

**Déchets disposant d'une filière en exploitation à fin 2010**

**90 %** du volume des déchets  
**< 0,03 %** de la radioactivité totale des déchets radioactifs français

**Les déchets HA existant à la fin 2010**

**0,2 %** du volume total des déchets radioactifs français  
**96 %** de la radioactivité totale des déchets radioactifs français

**Les déchets FMA-VC existant à fin 2010**

**63 %** du volume total des déchets radioactifs français  
**0,02 %** de la radioactivité totale des déchets radioactifs français

Cette classification usuelle des déchets offre une lecture simple pour l'orientation des déchets radioactifs et l'identification de filières. Elle ne prend toutefois pas en compte certains degrés de complexité qui conduisent à retenir une filière de gestion différente de la catégorie à laquelle le déchet est assimilé. D'autres critères, tels que la stabilité ou la présence de substances chimiques toxiques, ainsi que l'attractivité du déchet doivent être pris en compte.

Un inventaire national de ces matières et des déchets radioactifs est établi tous les trois ans par l'Agence nationale de gestion des déchets (Andra). L'édition 2012 recense les matières et les déchets existants fin 2010 et présente les prévisions à fin 2020 et fin 2030. Cet inventaire présente également les matières radioactives entreposées en France dans la perspective d'une valorisation et fait le point pour les déchets du passé et les modes de gestion historiques (immersion des déchets, sites miniers, sites pollués...).

(en m <sup>3</sup> équivalent conditionné)	Déchets existants à fin 2010	Prévisions à fin 2020	Prévisions à fin 2030
<b>HA</b>	2 700	4 000	5 300
<b>MA-VL</b>	40 000	45 000	49 000
<b>FA-VL</b>	87 000	89 000	133 000
<b>FMA-VC</b>	830 000	1 000 000	1 200 000
<b>TFA</b>	360 000	762 000	1 300 000
<b>Déchets sans filière</b>	3 600		
<b>Total général</b>	~ 1 320 000	~ 1 900 000	~ 2 700 000

**Déchets radioactifs : stocks à fin 2010 et prévisions à fin 2020 et fin 2030 pour chaque catégorie**

## Quels sont les cadres juridique et institutionnel de la gestion des déchets radioactifs ?



Au niveau européen, la directive du 19 juillet 2011 établit un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs. Elle réaffirme la responsabilité de chaque État dans la gestion de ses déchets radioactifs. Cette directive demande en particulier aux États membres la mise en place d'un programme national pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, tel que cela est déjà réalisé en France avec l'élaboration du PNGMDR et de l'inventaire national.

Le cadre national de la gestion des matières et des déchets radioactifs est défini par la loi de programme n° 2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, qui traite de la définition d'une politique de gestion des matières et déchets radioactifs, de l'amélioration de la transparence ainsi que du financement et de l'accompagnement économique. La loi spécifie que la gestion des matières et déchets radioactifs doit respecter les principes fondamentaux suivants :

- protection de la santé des personnes et de l'environnement ;
- réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs ;
- prévention ou limitation des charges supportées par les générations futures ;
- principe pollueur-payeur qui prévaut en droit de l'environnement.

Le PNGMDR organise la mise en œuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets selon les trois orientations définies par la loi :

- la réduction de la quantité et de la nocivité des déchets, notamment par le traitement des combustibles usés et le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs ;
- l'entreposage comme étape préalable, notamment dans la perspective d'opérations de traitement des combustibles et des déchets ou de stockage des déchets ;
- après entreposage, le stockage en couche géologique profonde comme solution pérenne pour les déchets ultimes ne pouvant être stockés en surface ou en faible profondeur pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection.

Dans le domaine de la transparence, la loi confie notamment à la Commission nationale d'évaluation une mission d'évaluation des recherches sur la gestion des matières et des déchets radioactifs. Elle prévoit également l'organisation régulière d'actions d'information et de concertation par le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN). Elle prévoit enfin que le PNGMDR soit transmis au Parlement, qui en saisit pour évaluation l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques, et rendu public.

### CHIFFRES CLÉS

**2 kg** de déchets radioactifs  
produits par an et par habitant  
en France

Environ **1** piscine olympique  
de déchets de haute activité produits  
en France entre le début de  
l'utilisation de l'énergie nucléaire  
et la fin 2010

### REPÈRES

**1991** : loi relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs (portant essentiellement sur les déchets de type haute activité et moyenne activité à vie longue)

**2005-2006** : débat public sur la gestion des déchets radioactifs

**2006** : loi relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs (portant sur l'ensemble des matières valorisables et des déchets radioactifs), préparée après l'évaluation de l'ensemble des recherches menées dans le cadre de la loi de 1991

**2011** : directive européenne établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs

#### Échéances à venir

**2013** : débat public sur le centre de stockage réversible profond

**2015** : dépôt par l'Andra de la demande d'autorisation de création du centre de stockage réversible profond

**Horizon 2016** : loi fixant les conditions de réversibilité du stockage profond

**2025** : début de l'exploitation du centre de stockage profond réversible

## La dimension sociétale et la préservation de la mémoire



La dimension sociétale des différents projets relatifs à la gestion des déchets nécessite d'y intégrer des recherches en sciences humaines et sociales. En effet, la gestion des déchets les plus radioactifs soulèvent des questions complexes relatives à la nécessité d'anticiper des événements sur de longues échelles de temps. La question de la préservation et de la transmission de la mémoire à long terme, au-delà de la fermeture des centres de stockage, nécessite notamment d'être anticipée.



*Salle de casse où des spécialistes, équipés de scaphandres, traitent les déchets contaminés par le plutonium.*

## Comment est financée la gestion des déchets ?



Le financement de la gestion des matières et déchets radioactifs est assuré, sous le contrôle de l'État, par les exploitants nucléaires, selon le principe pollueur-payeur.

Ainsi, un dispositif de sécurisation du financement des charges nucléaires de long terme, institué dans la loi du 28 juin 2006 codifiée au code de l'environnement, prévoit la constitution d'un portefeuille d'actifs dédiés par les exploitants nucléaires au cours de l'exploitation. Pour cela, les exploitants sont tenus d'évaluer les charges de long terme parmi lesquelles figurent les charges de démantèlement et les charges de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs. Ils doivent assurer, dès à présent, la couverture de ces charges à venir par la constitution d'actifs dédiés qui doivent présenter un haut niveau de sécurité.

Ces opérations sont étroitement contrôlées par l'État, à travers une autorité administrative formée par les ministres chargés de l'économie et de l'énergie. Ainsi, pour exercer son contrôle, l'autorité administrative reçoit notamment des exploitants un rapport triennal sur l'évaluation des charges de long terme, les méthodes et les choix retenus pour la gestion des actifs dédiés, ainsi qu'un inventaire trimestriel des actifs dédiés. De plus, une commission extraparlamentaire, la Commission nationale d'évaluation du financement des charges de démantèlement des installations nucléaires de base et de gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs (CNEF), évalue le contrôle effectué par l'autorité administrative et remet un rapport triennal sur ses évaluations au Parlement, ainsi qu'au Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).



*Le site du Bugey abrite notamment un réacteur de la filière graphite-gaz en cours de démantèlement.*

## Améliorer les modes de gestion existants

Cette partie dresse le panorama des modes de gestion existants fin 2012. Elle souligne les axes d'amélioration et les recommandations du PNGMDR pour la gestion des matières et déchets radioactifs pour la gestion :

- des situations historiques ;
- des matières radioactives ;
- des déchets radioactifs (traitement, stockage).

### La gestion des situations historiques



Certains déchets radioactifs ont pu, par le passé, faire l'objet de modalités de gestion qui ont depuis évolué, notamment de stockages au sein ou à proximité des sites de production. Ils ont également pu, dans certains cas, être utilisés comme remblais ou gérés au sein de filières dédiées à la gestion des déchets conventionnels. Les lieux (à l'exclusion des lieux de stockage de résidus et stériles miniers) où se trouvent stockés des déchets radioactifs qui ne sont pas sous la responsabilité de l'Andra, et pour lesquels les producteurs ou détenteurs n'envisageaient pas lors de leur dépôt une gestion dans les filières externes existantes ou en projet dédiées à la gestion des déchets radioactifs, sont qualifiés de stockages historiques. Il s'agit notamment de :

- treize installations de stockage de déchets conventionnels ayant reçu des déchets TFA provenant de l'industrie conventionnelle ou nucléaire ;
- déchets stockés dans l'enceinte ou à proximité d'installations nucléaires de base civiles ou militaires ;
- dépôts de déchets à radioactivité naturelle renforcée (déchets générés par la transformation de matières premières contenant naturellement des radioéléments, mais qui ne sont pas utilisées pour leurs propriétés radioactives) qui ne relèvent pas de la réglementation des installations classées.



#### Ce que recommande le plan

*D'ici fin 2014, Areva, le CEA et EDF devront poursuivre les investigations relatives à la recherche de stockages historiques au sein ou à proximité des périmètres des installations nucléaires et présenter les stratégies de gestion envisagées pour les stockages qui seraient identifiés.*

Par ailleurs, les premières opérations liées au cycle du combustible nucléaire ont conduit à l'entreposage de 600 000 m<sup>3</sup> déchets (résidus de conversion de l'uranium) dans les bassins de décantation sur le site de l'usine de conversion de Comurhex à Malvési. Certains des bassins contenant ces boues font actuellement l'objet d'une modification administrative en vue d'un classement d'une partie du site en installation nucléaire de base.



*Port de La Pallice à La Rochelle (17) où des résidus de production (déchets de type TFA) de l'usine Solvay (ex-Rhodia) ont été utilisés comme remblai du port.*



*Usine de Comurhex à Malvési.*

## DÉFINITIONS

### Résidus miniers

Les résidus miniers sont des déchets de type très faible activité ou faible activité générés lors des opérations de traitement du minerai.

### Stériles miniers

Les stériles miniers correspondent à la matière (sols, roches...) excavée pour accéder au gisement d'uranium que l'on veut exploiter. Ils n'ont pas subi de traitement mécanique ou chimique spécial.

### Radon

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle. Il provient en particulier des sous-sols granitiques et volcaniques. Il s'agit d'un des produits de la chaîne de désintégration de l'uranium, c'est pourquoi il est présent sur les anciens sites miniers d'extraction de l'uranium.



Ancien site minier de Tréviels avant son réaménagement.



Ancien site minier de Tréviels après son réaménagement.



## Ce que recommande le plan

Comurhex devra remettre d'ici fin 2013 les études de faisabilité relatives aux options de stockage des déchets déjà produits. Concernant la gestion des déchets à produire d'ici 2050, l'Andra et Comurhex devront présenter fin 2013 un rapport d'étape où figureront les orientations envisagées et les filières optimisées.

## La gestion des résidus de traitement minier et stériles miniers



En France, les mines d'uranium ont été exploitées entre 1948 et 2001. Les activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites répartis sur 25 départements français. Le traitement des minerais a été effectué dans huit usines. L'exploration et l'exploitation des mines d'uranium ont généré :

- des **résidus de traitement** constitués des produits restant après extraction par traitement de l'uranium ;
- des **stériles miniers** constitués de sols et roches excavées pour accéder aux minéralisations économiques.

Compte tenu des grandes quantités des déchets produits, la gestion actuelle retenue pour ces substances est une gestion in situ, incluant une vérification des dispositions mises en œuvre pour limiter l'impact actuel et à long terme à un niveau aussi bas que raisonnablement possible. Ces sites de stockages relèvent de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement, sous la responsabilité d'Areva.

Les études menées par Areva permettent de disposer d'ores et déjà d'éléments d'évaluation des impacts à long terme des stockages des résidus de traitement. Celles remises dans le cadre du PNGMDR 2010-2012 ont ainsi plus particulièrement permis :

- d'acquies des bases nécessaires à l'évaluation de la stabilité des digues de rétention des sites de stockage de résidus de traitement et à la définition des niveaux d'exigence associés ;
- d'améliorer les connaissances relatives à la modélisation du radon pour les scénarios d'habitation sur le stockage et, de manière plus générale, de confirmer la pertinence des évaluations issues de modélisations par la comparaison de leurs résultats à des mesures de surveillance.

Concernant le traitement des eaux et l'impact des rejets issus des anciens sites miniers, les études ont permis d'apprécier les impacts associés aux différentes substances rejetées. Ainsi, la prise en compte des impacts chimiques et radiologiques sur l'homme et l'environnement montre la nécessité de rechercher des solutions de traitement permettant de limiter les rejets d'uranium et de baryum.



### **Ce que recommande le plan**

*Areva devra poursuivre les études engagées afin de compléter l'évaluation à long terme des risques d'exposition des populations et la tenue des digues, et étudiera les possibilités d'évolution ou d'arrêt des stations de traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers et in fine proposera des actions concrètes de réduction des risques et des impacts sur les différents sites. Un bilan de ces études devra être remis pour le 30 novembre 2014.*

Concernant les stériles miniers, Areva poursuit le recensement des lieux de leur réutilisation dans le domaine public engagé depuis 2009, afin d'identifier les éventuelles incompatibilités entre la présence de ces stériles et l'usage public des lieux concernés. En outre, l'impact dosimétrique à long terme des verses à stériles a été réévalué pour mieux prendre en compte les concentrations en radon.



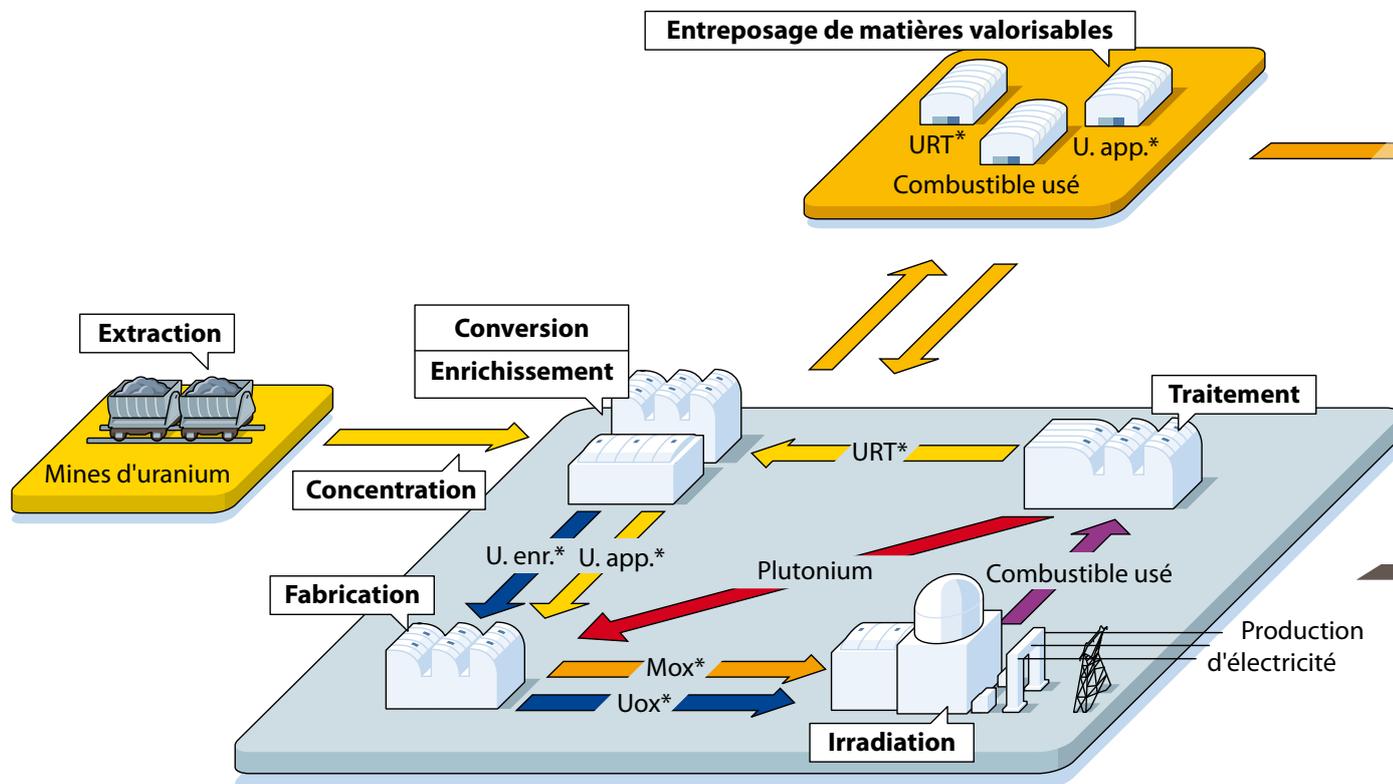
### **Ce que recommande le plan**

*Areva présentera pour le 30 novembre 2014 le bilan de la gestion de l'impact dosimétrique associé à la présence de stériles miniers.*

### **FOCUS**

Le groupe d'experts pluralistes du Limousin (GEP Limousin) a été mis en place en 2006 par les ministères chargés de l'écologie et de la santé et l'ASN afin d'intensifier l'effort de dialogue et de concertation autour des anciens sites miniers d'uranium. Le GEP a rendu le 15 septembre 2010 un rapport et ses recommandations pour la gestion des anciens sites miniers d'uranium en France pour les court, moyen et long termes. Les travaux du GEP sont consultables sur le site internet [www.gep-nucleaire.org](http://www.gep-nucleaire.org)

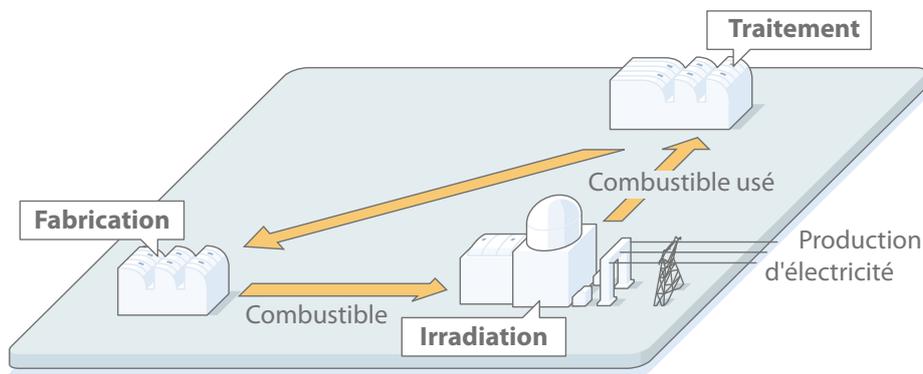
# Schéma de principe des étapes du cycle du combustible nucléaire



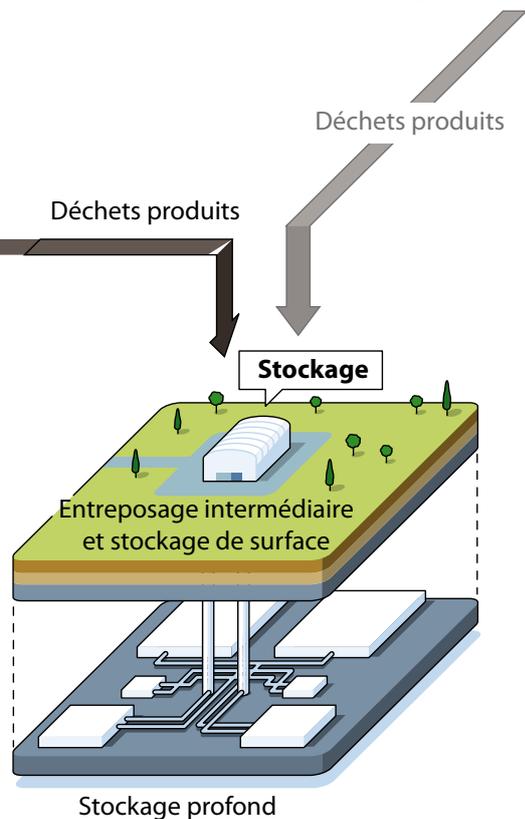
## Cycle d'aujourd'hui

- \* U. app. = uranium appauvri
- \* U. enr. = uranium enrichi
- \* URT = uranium de retraitement
- \* UOX = OXYde d'Uranium (combustible nucléaire constitué d'oxyde d'uranium)
- \* MOX = Mélange d'OXYdes (combustible nucléaire fabriqué à partir du plutonium et de l'uranium appauvri).

Schéma de principe des étapes du cycle du combustible nucléaire



**Cycle futur envisagé**  
conditionné au développement de la génération IV



**REPÈRE**

Pour pouvoir être utilisées dans un réacteur nucléaire, les matières radioactives doivent entrer dans un cycle du combustible comprenant plusieurs étapes, avant et après l'irradiation en réacteur.

**Cycle du combustible actuel**

• **Avant l'irradiation**

Le minerai d'uranium, extrait dans des mines, doit d'abord être concentré puis converti chimiquement. Il doit ensuite être enrichi pour augmenter la teneur en uranium 235, trop faible dans l'uranium naturel. En parallèle, ce processus produit également un flux d'uranium appauvri en uranium 235, qui est entreposé dans l'attente d'une utilisation ultérieure. La fabrication du combustible proprement dit peut alors avoir lieu à partir de l'uranium enrichi.

• **L'irradiation**

Afin de produire de l'électricité, le combustible est ensuite irradié pendant trois à quatre ans environ dans le réacteur.

• **Après l'irradiation**

À l'issue de cette étape, 95 % du combustible a encore un potentiel énergétique important (uranium et plutonium). 5 % du combustible ne peut plus être valorisé et constitue donc un déchet (produits de fission et actinides mineurs).

L'opération de traitement des combustibles usés permet d'en

extraire les matières valorisables afin de les recycler. Le plutonium est recyclé sous forme de combustible dit MOX (mélange de plutonium et d'uranium appauvri), qui peut ensuite être irradié dans les réacteurs français. L'uranium issu du traitement peut être réenrichi pour être irradié une nouvelle fois dans certains réacteurs français.

L'opération de traitement permet également de conditionner les déchets issus des combustibles usés. Ces déchets contiennent l'essentiel de la radioactivité (d'autres déchets sont produits aux différentes étapes du cycle du combustible). Ces déchets sont conditionnés sous forme de colis de déchets vitrifiés d'une grande durabilité avec comme option de référence pour leur gestion à long terme un stockage définitif.

**Cycle du combustible futur**

Un autre cycle du combustible, sur lequel des recherches sont actuellement menées, permettrait à l'avenir d'utiliser les grandes quantités d'uranium appauvri, d'uranium de recyclage issu du traitement et de combustibles usés actuellement entreposés dans l'attente d'une valorisation. Ce cycle comprendrait en particulier des réacteurs à neutrons rapides de 4<sup>e</sup> génération. Ce cycle produirait également des déchets radioactifs, mais la séparation-transmutation des actinides mineurs pourrait en réduire la radiotoxicité à long terme.

## DÉFINITION

**Les matières radioactives** sont des substances radioactives valorisables, autrement dit pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement.



Après leur utilisation en réacteur, les combustibles usés sont entreposés dans des piscines remplies d'eau, afin qu'ils refroidissent. La hauteur d'eau permet d'assurer une protection contre les rayonnements qu'ils émettent.



Concentré d'uranium, issu du traitement du minerai. C'est cette matière qui est transportée pour subir ensuite les opérations d'enrichissement.

## CHIFFRES CLÉS

**94 %** du combustible usé, après irradiation dans les réacteurs nucléaires, est constitué d'uranium qui peut être extrait sous forme d'uranium de recyclage issu du traitement, lequel peut être valorisé.

## La gestion des matières radioactives



Une matière radioactive est définie comme une substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant, après traitement. L'utilisation de ces matières peut avoir lieu en France ou à l'étranger. Le PNGMDR 2013-2015 présente les flux et stocks de matières produits aux différentes étapes du cycle du combustible ainsi que les filières de valorisation de ces matières.

### Le combustible usé

L'essentiel des combustibles usés présents sur le sol français est destiné au traitement. L'uranium (de retraitement) et le plutonium extraits peuvent être valorisés.

### L'uranium

#### L'uranium naturel

À partir de l'uranium naturel, les usines d'enrichissement produisent deux flux de substances : l'uranium enrichi et l'uranium appauvri.

#### L'uranium enrichi

Il est destiné à la fabrication des combustibles pour la production d'électricité d'origine nucléaire.

#### L'uranium appauvri

- Il sert à la fabrication du combustible MOX qui alimente certains réacteurs d'EDF.
- Il peut être réenrichi, ce qui peut être économiquement intéressant en cas de hausse des cours de l'uranium naturel ou si les techniques d'enrichissement évoluent.
- À plus long terme, il pourrait être valorisable à grande échelle dans les réacteurs à neutrons rapides de quatrième génération.

#### L'uranium de recyclage issu du traitement des combustibles usés (URT)

Extrait des combustibles usés, il est réenrichi pour produire de l'uranium de recyclage enrichi (URE) utilisé pour la fabrication de combustibles.

### Le plutonium

Contenu dans les assemblages usés, extrait lors de leur traitement, il sert à la fabrication du combustible MOX qui alimente certains réacteurs d'EDF.

### Le thorium

Il pourrait être utilisé dans différents types de réacteurs comme combustible dans un cycle thorium, mais pas avant plusieurs décennies au vu des travaux de recherche et développement encore nécessaires. D'autres applications sont en cours de développement, notamment pour le traitement de certains cancers.

Dans le cadre des études demandées par le PNGMDR 2010-2012, les propriétaires de matières radioactives ont fourni des études sur les options de gestion dans les cas où les matières seraient à l'avenir qualifiées de déchets. La profondeur des stockages envisagés par les producteurs dans ces études les rend vulnérables à l'intrusion humaine et aux phénomènes naturels susceptibles de survenir sur le long terme.



### Ce que recommande le plan

Les propriétaires de matières radioactives devront approfondir, en lien avec l'Andra, les études relatives aux options de gestion dans les cas où les matières seraient à l'avenir qualifiées de déchets en prenant en compte des conditions géologiques plus favorables au confinement et à l'isolation des radioéléments pour différents scénarios d'évolution.

## La gestion des déchets par décroissance radioactive



La gestion des déchets par décroissance radioactive permet la gestion des déchets dont les radioéléments ont une période radioactive inférieure à 100 jours, provenant essentiellement des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche, vers des filières dédiées à la gestion des déchets conventionnels.

Elle constitue également une étape intermédiaire de gestion de certains déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base, notamment les déchets contenant du tritium. Ce mode de gestion impose la mise en place d'installations d'entreposage adaptées.

## La valorisation des déchets radioactifs



Le recyclage des matières valorisables extraites des déchets constitue une piste à privilégier en application des principes fondamentaux fixés à l'article L541-1 du code de l'environnement. Il existe, sur le territoire français, deux filières de valorisation, mises en exploitation dans les années 2000, permettant la valorisation de déchets radioactifs dans les installations nucléaires :

- l'installation de fusion de Centraco permettant le recyclage de déchets métalliques ferreux sous forme de protections radiologiques intégrées au sein de coques béton pour la réalisation de colis de déchets radioactifs ;
- la filière de recyclage du plomb permettant, après décontamination, d'assurer le façonnage du plomb sous forme de protection radiologique.

## CHIFFRES CLÉS

En France, le combustible MOX utilisé par EDF dans 22 réacteurs (à fin 2012), contribue à la production électrique nucléaire à hauteur de

**10 %** environ.

Ce sont ainsi de l'ordre de

**10** tonnes de plutonium qui sont annuellement recyclées, soit la totalité du flux issu des combustibles EDF traités dans l'usine de La Hague par Areva.

Sur les 1000 tonnes séparées annuellement, jusqu'à

**650** tonnes d'URT sont réenrichies en substitution de l'uranium naturel, ce qui permet d'alimenter les 4 réacteurs du site de Cruas.



Bacs contenant les déchets journaliers issus des traitements à l'iode 131 stockés dans un local réfrigéré pendant leur décroissance, service de médecine nucléaire, Hôpital d'adultes de Brabois, CHU de Nancy.

## FOCUS

### Entreposage

L'entreposage des substances radioactives consiste à les placer temporairement dans une installation permettant une mise en attente, un regroupement, un suivi ou une observation, avant leur récupération.

### Stockage

Le stockage de déchets radioactifs consiste à placer de manière potentiellement définitive ces substances dans une installation spécialement aménagée à cet effet.



Le four d'incinération de Centraco.

## REPÈRE

L'incinération permet de réduire d'un facteur 10 à 20 le volume des déchets radioactifs ultimes.



Centre de stockage pour les déchets TFA (de très faible activité) implanté sur le centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) dans l'Aube.

Toutefois, la pérennité de ces filières est remise en cause : l'installation de fusion de Centraco est arrêtée depuis l'accident du 12 septembre 2011 et l'arrêt de la filière de recyclage du plomb est programmé en 2013.

Les études conduites dans le cadre du PNGMDR 2010-2012 ont fait émerger deux pistes de valorisation, l'une pour le recyclage de gravats TFA comme matériaux de comblement de l'installation de stockage du Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires), l'autre pour le recyclage de déchets métalliques TFA ferreux pour la réalisation de colis de déchets radioactifs en fonte. Toutefois, la faisabilité industrielle n'a pas été établie dans le cadre des études menées, notamment pour ce qui concerne le recyclage des déchets métalliques ferreux.



### Ce que recommande le plan

Compte tenu des besoins de plus grande ampleur pour la gestion des déchets TFA liés aux prochaines opérations de démantèlement et d'assainissement, l'Andra, Areva, le CEA et EDF devront remettre, d'ici fin 2014, un bilan des études relatives à la mise en œuvre de filières de valorisation, en vue de préserver la ressource rare que constituent les stockages.

## L'incinération des déchets radioactifs



L'incinération des déchets apporte une réponse concrète à la gestion d'un large spectre de déchets radioactifs TFA et FA. Elle permet par ailleurs de préserver la ressource des stockages en réduisant d'un facteur 10 à 20 le volume des déchets radioactifs ultimes. L'incinérateur de Centraco, mis en service en 1999, permet ainsi de traiter des déchets solides (gants, surbottes, plastiques...) et des déchets liquides aqueux et organiques, notamment des huiles et solvants issus de l'exploitation courante des installations nucléaires ou des petits producteurs de déchets hors électronucléaire (hôpitaux...).

L'incinération constitue une filière importante pour la gestion des déchets radioactifs. L'arrêt de l'incinérateur de Centraco pendant près d'un an, en 2011-2012, a révélé la fragilité de la filière.



### Ce que recommande le plan

Les exploitants d'installations nucléaires devront établir un retour d'expérience des difficultés liées à l'interruption du fonctionnement de l'incinérateur et engager des actions pour sécuriser les filières de gestion des déchets radioactifs incinérables.

## Le stockage des déchets de très faible activité (TFA)



La politique de gestion des déchets TFA issus des installations nucléaires en France ne repose pas sur des seuils de libération, c'est-à-dire un seuil en dessous duquel un matériau pourrait sortir du domaine réglementé et être considéré comme conventionnel. Elle est fondée sur l'origine des déchets au sein de l'installation. Tous les déchets contaminés, activés ou susceptibles de l'être sont considérés comme des déchets radioactifs ; ils doivent faire l'objet d'une gestion spécifique et renforcée qui inclut notamment le stockage dans un centre dédié aux déchets radioactifs. Un centre de stockage, implanté sur le centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) exploité par l'Andra, permet d'accueillir ce type de déchets depuis 2003.

À la fin de l'année 2011, le volume total stocké au Cires était d'environ 203 000 m<sup>3</sup>, soit 31 % de la capacité réglementaire autorisée (650 000 m<sup>3</sup>) et les dernières estimations de production conduisent à des besoins à peu près doubles de ceux sur lesquels s'était fondé l'inventaire des déchets à stocker dans ce centre.

Afin de préserver la ressource rare que constitue le stockage, des pistes visant à réduire les flux des déchets radioactifs ultimes, telles que la densification ou la valorisation des déchets, ont été étudiées et les efforts réalisés devront se poursuivre. Toutefois, la capacité du centre devrait être atteinte en 20 ou 25 ans, au lieu des 30 ans initialement prévus, et nécessiter la mise en place d'une nouvelle installation de stockage ou l'extension de la capacité autorisée du centre actuel à l'horizon 2025.



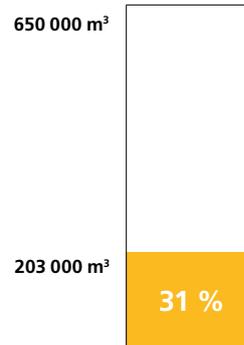
### Ce que recommande le plan

L'Andra, en lien avec Areva, le CEA et EDF, établira un planning prévisionnel de remplissage du stockage des déchets TFA au centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) à Morvilliers et proposera un schéma industriel global répondant aux besoins de nouvelles capacités de stockage des déchets TFA. Une optimisation globale doit être recherchée en particulier pour les opérations de démantèlement produisant des quantités importantes de déchets TFA. Les producteurs devront se rapprocher des différents acteurs publics et notamment de l'Andra afin d'établir un retour d'expérience de la gestion de ces déchets.



Date prévisionnelle de saturation du stockage du Cires

### CHIFFRE CLÉ



Taux d'utilisation de la capacité volumique de stockage du Cires (données au 31/12/2011)



Mise en place de déchets TFA dans une alvéole de stockage, creusée à quelques mètres de profondeur dans une roche argileuse.

### CHIFFRES CLÉS

- 3** centres de stockage :
  - 2** dans l'Aube : le centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) et le centre de stockage de l'Aube (CSA),
  - 1** dans la Manche : le centre de stockage de la Manche (CSM).



Vue aérienne du centre de stockage de la Manche (CSM) à Digulleville.

## Le stockage des déchets de faible et moyenne activités à vie courte (FMA-VC)



Les déchets de faible et moyenne activités dits à vie courte (dont la radioactivité provient principalement de radioéléments dont la période est inférieure à 31 ans) sont stockés, depuis 1969, dans des centres de stockages de surface dédiés.

Le centre de stockage de la Manche a accueilli, entre 1969 et 1994, 527 000 m<sup>3</sup> de colis de déchets et est entré en phase de surveillance en 2003. L'étanchéité du centre repose sur la mise en place d'une couverture ; la stabilité à long terme de cette dernière nécessite un confortement (adoucissement des pentes) qui se déroulera sur une période d'une cinquantaine d'années. Des dispositions ont été prises pour conserver, pour les générations futures, la mémoire du centre et des déchets stockés.



Centre de stockage de surface pour les déchets FMA (de faible et moyenne activité) situé à Soullaines-Dhuys (dans l'Aube).



### Ce que recommande le plan

*L'Andra présentera les dispositions mises en œuvre pour assurer le maintien de la mémoire du centre de stockage de la Manche.*

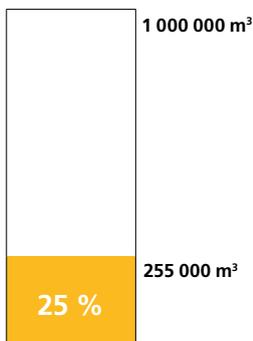
À la fin de l'année 2011, le volume total des colis stockés au centre de stockage de l'Aube (CSA) était d'environ 255 000 m<sup>3</sup>, soit 25 % de la capacité réglementaire autorisée (1 000 000 m<sup>3</sup>). Les efforts de réduction de la production des déchets FMA-VC à la source, ainsi que la mise en service d'un centre de stockage des déchets TFA sur le Cires et de filières de fusion et d'incinération ont permis d'allonger la durée de vie du centre.



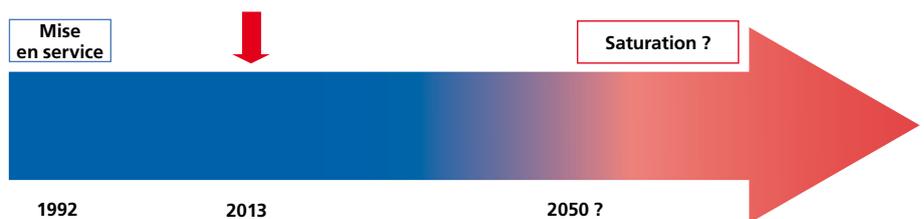
### Ce que recommande le plan

*L'Andra, en lien avec Areva, le CEA et EDF, établira un planning prévisionnel du remplissage du CSA présentant notamment l'évolution prévisionnelle de la consommation de la capacité radiologique du centre.*

#### CHIFFRE CLÉ



Taux d'utilisation de la capacité volumique de stockage du CSA (données au 31/12/2011)



Date prévisionnelle de saturation du CSA

## La gestion des déchets à radioactivité naturelle renforcée



Les déchets à radioactivité naturelle renforcée (RNR) sont des déchets générés par la transformation de matières premières contenant naturellement des radioéléments mais qui ne sont pas utilisées pour leurs propriétés radioactives. Il s'agit de déchets à vie longue de faible, voire très faible activité.

Les déchets à radioactivité naturelle renforcée font l'objet d'une gestion in situ ou sont soit éliminés dans des centres de stockage de déchets conventionnels (quatre installations sont autorisées à recevoir des RNR), soit évacués vers les centres de stockage de l'Andra dédiés à la gestion des déchets radioactifs en fonction de leurs caractéristiques radiologiques. Les cendres de combustion peuvent par ailleurs être valorisées pour la fabrication du ciment en raison de leur très faible activité radiologique ajoutée comparée à la radioactivité naturelle déjà présente dans le béton.

L'amélioration des modes de gestion des déchets RNR nécessite une meilleure connaissance du gisement et une traçabilité accrue.



### Ce que recommande le plan

*Il est demandé d'étudier un renforcement des dispositions réglementaires mises en œuvre pour la gestion des déchets RNR.*

## DÉFINITION

### Les déchets à radioactivité naturelle renforcée

Ce sont des déchets générés par la transformation de matières premières contenant naturellement des éléments radioactifs mais utilisées pour d'autres raisons que leurs propriétés radioactives.



Résidus de procédé d'extraction de terres rares (Solvay). Ces déchets sont dits à radioactivité naturelle renforcée.

## Les filières de gestion à mettre en place : besoins et perspectives

### DÉFINITIONS

#### Tritium

Le tritium est un élément radioactif de période 12 ans. C'est un isotope de l'hydrogène.

#### Sources radioactives scellées

Les sources radioactives scellées sont des objets de petite taille, 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.



Source scellée utilisée en radiothérapie (CIS Biointernational).

### FOCUS

#### Les petits producteurs hors électronucléaire

Certains hôpitaux, centres de recherche et industries utilisent la radioactivité pour des activités autres que la production d'électricité, la défense nationale ou la recherche nucléaire. Les déchets radioactifs qu'ils produisent résultent notamment d'examens médicaux de scintigraphie, d'expériences pour la mise au point de certains médicaments ou de certains tests de soudure industrielle. Si le nombre de producteurs de ce type de déchets est important, le volume engendré reste faible.

Cette partie présente les modes de gestion de long terme en développement pour certaines catégories de déchets n'en disposant pas encore, en particulier les déchets contenant du tritium, les sources radioactives scellées, les déchets de faible activité à vie longue (FAVL) et les déchets de haute et moyenne activité à vie longue (HA-MAVL). Elle aborde également le cas des très faibles quantités de déchets qui ne peuvent aujourd'hui être rattachées à un projet de filière de long terme en développement ; le PNGMDR prévoit des études afin de définir des filières de gestion pour ces déchets.

### La gestion des déchets nécessitant des travaux spécifiques



Certaines catégories de déchets radioactifs nécessitent la mise en place de filières de gestion spécifiques compte tenu de leurs propriétés. C'est notamment le cas des déchets contenant du tritium (dits déchets tritiés) et des sources scellées usagées, ainsi que des déchets radioactifs issus des petits producteurs hors électronucléaire qui représentent de très faibles quantités.

La majorité des déchets tritiés nécessite un entreposage préalable au stockage afin de permettre la décroissance radioactive du tritium. La création sur une quarantaine d'années de nouvelles installations d'entreposage par le CEA apporte une solution satisfaisante du point de vue de la sûreté à court et moyen termes dans l'attente de leur future prise en charge dans les installations de stockage. Les travaux relatifs à l'identification de filières de gestion, initiés dans le cadre du PNGMDR 2010-2012, nécessitent d'être poursuivis pour les déchets tritiés liquides et gazeux issus des petits producteurs hors électronucléaire.



#### Ce que recommande le plan

*L'Andra, en lien avec Areva, le CEA et Socodej, remettra un bilan des études relatives au traitement des déchets tritiés liquides et gazeux issus des petits producteurs hors électronucléaire.*

La plupart des sources scellées usagées est actuellement entreposée dans l'attente d'une solution définitive de gestion ; seule une petite partie des sources scellées usagées peut être stockée sur le centre de stockage de l'Aube.



#### Ce que recommande le plan

*Un groupe de travail piloté par le ministère du Développement durable sera mis en place afin de définir, d'ici fin 2014, un schéma de gestion des sources scellées usagées.*

Enfin, la prise en charge des déchets des petits producteurs hors électronucléaire nécessite d'être optimisée compte tenu de la nature et des volumes des déchets à traiter.



### Ce que recommande le plan

L'Andra identifiera, d'ici fin 2013, les investissements à réaliser pour garantir la pérennité des filières de gestion des déchets générés par ce secteur.

## La gestion des déchets de faible activité à vie longue (FAVL)



Les déchets radioactifs de faible activité à vie longue (FAVL) doivent faire l'objet d'une gestion spécifique, adaptée à leur longue durée de vie qui ne permet pas leur stockage dans les centres industriels de l'Andra dans l'Aube. Ces déchets comprennent notamment des déchets de graphite, issus de l'exploitation et du futur démantèlement des réacteurs EDF de la filière uranium naturel graphite gaz, des déchets radifères, principalement issus du traitement de minéraux contenant des terres rares, une partie des fûts d'enrobés bitumineux du site nucléaire de Marcoule, ainsi que des résidus de traitement de conversion de l'uranium issus de l'usine Comurhex située à Malvési. En attente de leur stockage, après traitement éventuel, les colis de déchets FAVL sont entreposés dans des installations sur les sites des producteurs.

En 2008, le processus de recherche d'un site de stockage pouvant accueillir les déchets de type FAVL n'a pas pu aboutir. Aussi, afin d'en tirer le retour d'expérience, des groupes de travail se sont constitués, notamment au sein du HCTISN et dans le cadre de la Convention d'Aarhus. Ils ont rendu leurs recommandations afin de mieux préparer la démarche de recherche du futur site de stockage FAVL.

Deux concepts sont envisagés pour le stockage définitif des déchets FAVL : le stockage sous couverture remaniée (SCR), réalisé dans une couche géologique affleurante par excavation puis remblais, et le stockage sous couverture intacte (SCI), creusé en souterrain dans une couche d'argile à une profondeur plus importante. Différents scénarios sont à l'étude pour chacun des types de déchets FAVL. En particulier, la possibilité d'effectuer des traitements et tris sur une partie de ces déchets (déchets de graphite et fûts d'enrobés bitumineux) est examinée afin d'optimiser la gestion des déchets FAVL.



Manipulation de substances radioactives dans un laboratoire de recherche médicale (centre hospitalier de Nice).

### FOCUS

#### La convention d'Aarhus

Il s'agit d'un accord international signé en 1998 par 39 États. Elle vise à améliorer l'information environnementale délivrée par les autorités publiques, à favoriser la participation du public à la prise de décisions ayant des incidences sur l'environnement et à étendre les conditions d'accès à la justice en matière de législation environnementale et d'accès à l'information.



Colis de type FAVL - Cézus.



Jusqu'à la fin de années 1990, des sources scellées contenant du radium ou de l'américium ont été ajoutées sur certains paratonnerres. Une fois démontés ils doivent être collectés et gérés en tant que déchets radioactifs de type FAVL.



Caractérisation des propriétés mécaniques de la roche sur échantillon de carotte.

## REPÈRE

La loi prévoit que la demande d'autorisation de création du centre de stockage réversible profond puisse être instruite en 2015 et, sous réserve de cette autorisation, le centre mis en exploitation en 2025. Le dépôt de cette demande sera précédé par un débat public prévu en 2013 et une loi devra préciser les conditions de réversibilité de ce stockage.



Campagne de sismique 2D aux alentours du laboratoire de Meuse Haute-Marne.



## Ce que recommande le plan

L'Andra devra remettre, pour mi-2015, un rapport sur la faisabilité du stockage à couverture remaniée précisant le périmètre des déchets associé, ainsi qu'un bilan sur la stratégie de gestion des déchets de graphite et fûts d'enrobés bitumineux les moins actifs de Marcoule, s'appuyant sur les travaux menés dans le cadre de la recherche de site et sur les possibilités de tri et de traitement.

À titre conservatoire, l'inventaire du projet de stockage en couche géologique profonde Cigéo, présenté en 2012 dans la perspective du dossier de demande d'autorisation de création, prévoit des réserves pour l'accueil éventuel de fûts d'enrobés bitumineux de type FAVL et de déchets issus du tri et du traitement des graphites.

## La gestion des déchets de haute et de moyenne activité à vie longue (HA-MAVL)



La gestion des déchets HA-MAVL est étudiée selon les trois axes complémentaires identifiés dans la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, désormais codifiée dans le code de l'environnement : le stockage réversible en couche géologique profonde, l'entreposage et la séparation et la transmutation des radioéléments à vie longue. En complément, des recherches sont menées sur le traitement et le conditionnement des déchets.

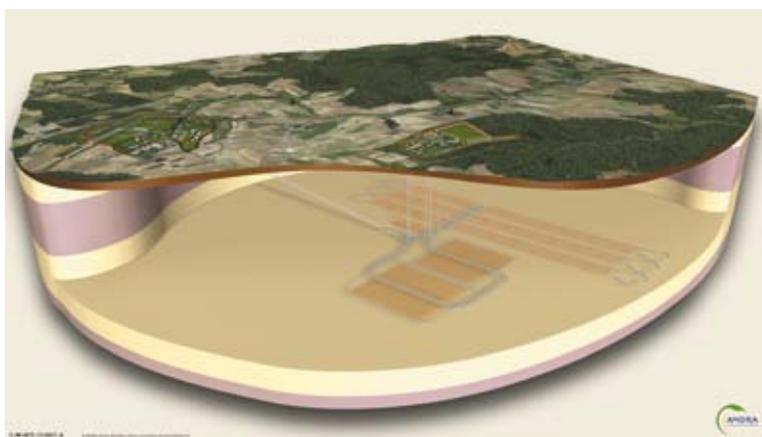
Le code de l'environnement retient le stockage géologique profond comme solution pour la gestion à long terme des déchets radioactifs ultimes qui ne peuvent être stockés en surface ou à faible profondeur pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection. La loi du 28 juin 2006 demande la mise en service d'un centre de stockage réversible en couche géologique profonde en 2025. Les installations souterraines du centre de stockage en projet appelé Cigéo (centre industriel de stockage géologique) seraient situées au sein d'une couche d'argile, à une profondeur de l'ordre de 500 m. Les recherches menées dans laboratoire souterrain de Meuse et Haute-Marne par l'Andra ont permis d'acquies sur le site de Bure des résultats majeurs relatifs à la faisabilité et à la sûreté d'un tel stockage.

L'entreposage permet d'assurer une gestion sûre des déchets HA-MAVL dans l'attente de la mise en œuvre d'une solution de gestion à long terme. Les colis de déchets sont entreposés dans des installations sur les sites des producteurs.



### Ce que recommande le plan

Les besoins en entreposage de colis de déchets HA et MAVL devront être analysés par Areva, le CEA et EDF en lien avec l'Andra en tenant compte de l'ordonnancement des expéditions vers le centre de stockage en projet Cigéo et du principe de réversibilité.



Vue générale des installations du projet Cigéo - schéma de principe.

Les études menées sur la séparation transmutation, coordonnées par le CEA, visent à évaluer la faisabilité industrielle des filières permettant de séparer certains radioéléments contenus dans les combustibles usés se retrouvant actuellement dans les déchets ultimes. Si les études menées montrent que la séparation-transmutation peut être considérée comme une voie d'amélioration potentielle de gestion des déchets, elle présente néanmoins un certain nombre d'inconvénients (difficultés pour les opérations du cycle, surcoûts, etc.). Par ailleurs, elle ne supprime pas la nécessité d'un stockage géologique.



### Ce que recommande le plan

Les études à venir seront liées aux décisions qui seront prises à la suite de la remise de l'étude par le CEA fin 2012 sur l'évaluation des perspectives des options de séparation-transmutation.

## FOCUS

### Séparation-transmutation

La transmutation désigne la transformation, suite à une réaction nucléaire, d'un élément en un autre élément. La transmutation peut être réalisée en réacteur ou à l'aide d'un accélérateur de particules. C'est une voie étudiée pour l'élimination de certains radioéléments contenus dans les combustibles usés se retrouvant actuellement dans les déchets radioactifs ultimes. L'objectif est d'en diminuer la nocivité en les transformant en des radioéléments de durée de vie plus courte. À cette fin, il faut séparer préalablement les divers radioéléments pour les soumettre à des flux neutroniques spécifiques ; l'ensemble du processus est alors appelé séparation-transmutation.

## L'amélioration de la cohérence globale de la gestion des matières et des déchets radioactifs



Afin d'améliorer la gestion globale des déchets radioactifs, des groupes de travail ont été mis en place dans le cadre du PNGMDR 2010-2012 afin de proposer des solutions d'optimisation entre filières de gestion, d'une part, et d'étudier les déchets qui ne disposent pas encore de filière, d'autre part.

Il est en effet souhaitable de réaliser des optimisations dans la répartition entre les filières de gestion. Ainsi, le tri des déchets et des colis a été identifié comme l'un des axes forts de la démarche d'optimisation. Parallèlement, des hypothèses de traitement possibles ont été examinées pour des catégories de déchets représentant des volumes importants.



### **Ce que recommande le plan**

*Les exploitants devront poursuivre les travaux de caractérisation des déchets et colis de déchets déjà produits permettant de les orienter vers la filière de stockage la mieux appropriée. Ils remettront d'ici fin 2014 un rapport présentant des scénarios industriels plus complets, intégrant les opérations à réaliser en amont du stockage.*

Sur la base de l'édition 2009 de l'inventaire national, il a été mis en évidence qu'environ 0,1 % du volume des déchets produits ne pouvaient être rattachés à des filières existantes ou en projet.



### **Ce que recommande le plan**

*Les exploitants remettront d'ici fin 2014 un bilan d'avancement des études en cours en vue de déterminer les actions à mettre en œuvre pour rendre la gestion des déchets sans filière compatible avec des filières existantes ou à créer.*

## Conclusion

**L**e PNGMDR 2013-2015 poursuit et étend les actions engagées dans la précédente version. Il insiste sur la nécessité de développer des schémas industriels globaux de gestion et de développer des modes de gestion pour les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue. Il propose en particulier les actions suivantes.

### Développer de nouveaux modes de gestion à long terme

Le PNGMDR 2013-2015 demande la poursuite :

- des études et recherches portant sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue et notamment celles concernant le stockage en couche géologique profonde en projet, Cigéo, qui entrera dans une nouvelle phase pendant la période 2013-2015 avec le dépôt de la demande d'autorisation de création en 2015, précédée par un débat public prévu en 2013 ;
- des études sur le conditionnement des déchets de moyenne activité à vie longue afin notamment de respecter l'objectif de 2030 pour le conditionnement des déchets produits avant 2015 fixé à l'article L.542-1-3 du code de l'environnement.

Concernant les déchets de faible activité à vie longue, le PNGMDR 2013-2015 demande de définir des scénarios de gestion, en poursuivant en particulier les études sur le tri, la caractérisation et le traitement des déchets de graphite et des déchets d'enrobés bitumineux, ainsi que les études de faisabilité relatives aux options de stockage des déchets déjà produits par Comurhex Malvési.

### Améliorer les modes de gestion existants

Le PNGMDR 2013-2015 demande :

- l'amélioration du suivi des capacités volumiques et radiologiques des centres de stockage et d'anticiper ainsi les besoins de nouvelles capacités ;
- le développement des filières de valorisation pour les déchets de très faible activité afin de préserver la ressource que constitue le stockage ;
- la poursuite des études sur les résidus de traitement miniers afin de proposer des actions d'amélioration concrètes, que ce soit en matière de connaissance des risques d'exposition des populations, de tenue à long terme des digues ou d'évolution des techniques de traitement des eaux ;
- la poursuite de la démarche mise en œuvre en application de la circulaire du Ministère en charge de l'écologie et de l'ASN du 22 juillet 2009 afin de déterminer si les lieux de réutilisation des stériles miniers sont compatibles avec les usages et d'en réduire l'impact le cas échéant.

### Prendre en compte les événements marquants survenus sur la période 2010-2012

Le PNGMDR 2013-2015 demande :

- l'identification des investissements à réaliser pour assurer la pérennité des filières de gestion des déchets générés par les petits producteurs hors électronucléaire et de poursuivre en particulier les études relatives au traitement des déchets tritiés liquides et gazeux générés par ce secteur ;
- la poursuite des travaux engagés pour définir un schéma de gestion des sources scellées usagées ;
- l'établissement du retour d'expérience de l'arrêt pendant plusieurs mois de la filière d'incinération de Centraco et de proposer des actions pour sécuriser les filières de gestion des déchets radioactifs incinérables.

## Annexes

### Les principaux acteurs de la gestion des matières et des déchets radioactifs

#### En France les principaux acteurs sont :

- les producteurs de matières et déchets radioactifs, en particulier Areva, le CEA et EDF ;
- l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), gestionnaire des déchets radioactifs, dont les missions comprennent notamment la conception et l'exploitation de centres d'entreposage et des centres de stockage, la réalisation d'études et de recherches sur l'entreposage et le stockage profond, la collecte de déchets radioactifs dont les responsables sont défaillants et l'information du public ;
- des instituts de recherche dans le domaine de la gestion des matières et des déchets radioactifs, autres que l'Andra : le CEA, le CNRS, et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ;
- les ministères chargés de l'énergie, de l'environnement, et de la recherche. En particulier, au sein du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) élabore la politique et met en œuvre les décisions du gouvernement relatives au secteur nucléaire civil, exceptées celles ayant trait à la sûreté nucléaire et à la radioprotection ;
- l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), autorité administrative indépendante qui assure le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour les installations et activités nucléaires civiles ; l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) assure la même mission dans le domaine de la défense.
- l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) intervient en appui technique aux autorités de sûreté nucléaire ;
- l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) qui a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix de caractère scientifique et technologique afin d'éclairer ses décisions ;
- la Commission nationale d'évaluation (CNE) qui assure une évaluation annuelle des recherches et qui transmet son rapport au Parlement ;
- la Commission nationale d'évaluation du financement des charges de démantèlement des installations nucléaires de base et de gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs (CNEF). Elle évalue le contrôle par l'autorité administrative de l'adéquation des provisions actualisées aux charges brutes, telles qu'évaluées par les exploitants, ainsi que la gestion des actifs dédiés ;
- des représentants de la société civile, des associations de protection de l'environnement et des représentants d'élus qui participent aux échanges organisés pour promouvoir la transparence et la concertation. Dans ce domaine, il faut également souligner le rôle important du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), du Comité local d'information et de suivi (CLIS), mis en place auprès du laboratoire souterrain de Meuse – Haute-Marne, ainsi que des commissions locales d'information, implantées autour des installations nucléaires de base (INB) et regroupées en une Association nationale des comités et commissions locales d'information (ANCCLI).

## Glossaire

- ANCCLI** : Association nationale des comités et des commissions locales d'information
- Andra** : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
- ASND** : Autorité de sûreté nucléaire de défense
- Bq** : Becquerel
- Cigéo** : centre industriel de stockage géologique
- Cires** : centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage
- CLIS** : comité local d'information et de suivi
- CNE** : Commission nationale d'évaluation
- CNEF** : Commission nationale d'évaluation du financement des charges de démantèlement des installations nucléaires de base et de gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs
- CNRS** : Centre national de la recherche scientifique
- CSA** : Centre de stockage de l'Aube
- FAVL** : faible activité, vie longue
- FMA-VC** : faible et moyenne activités, vie courte
- HA** : haute activité
- HCTISN** : Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
- INB** : installation nucléaire de base
- IRSN** : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
- MAVL** : moyenne activité, vie longue
- MOX** : combustible à base d'oxydes de plutonium et d'uranium
- OPECST** : Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques
- PNGMDR** : plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- RNR (déchets)** : déchets à radioactivité naturelle renforcée
- SCI** : stockage sous couverture intacte
- SCR** : stockage sous couverture remaniée
- TFA** : très faible activité
- URE** : uranium de retraitement enrichi
- URT** : uranium de retraitement

## Liens utiles

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

- rubriques Énergies, Air et Climat - Énergies - Nucléaire
- rubrique Salle de lecture, pour consulter toutes les publications du ministère

[www.asn.fr](http://www.asn.fr)

[www.andra.fr](http://www.andra.fr)

[www.cea.fr](http://www.cea.fr)

<http://pacen.in2p3.fr>

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

[www.senat.fr](http://www.senat.fr)

- rubriques Travaux parlementaires - Offices et délégations - Office OPECST

[www.hctisn.fr](http://www.hctisn.fr)

[www.anccli.fr](http://www.anccli.fr)

## Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

**Chef de projet éditorial :** SG/DICOM/DIE/M. Watine - **Comité éditorial :** DGEC et ASN - **Conception graphique :** SG/DICOM/DIE/C. Cazeau  
**Réalisation :** SG/DICOM/DIE/C. Fedecky - **Impression :** SG/SPSSI/ATL2 - **Réf. :** DICOM-DGEC/PLA/13030 - Mars 2013

Brochure imprimée sur du papier certifié écolabel européen - [www.eco-label.com](http://www.eco-label.com)



### Crédits photos

**Couverture :** (de gauche à droite) : Andra (x2) - P. Demail/Andra **Pages intérieures** (de haut en bas) **Page 4 :** Andra **Page 5 :** Andra - P. Demail/Andra (x2) - F. Dano/ACD Systems **Page 8 :** C. Jandaurek/Cadam/CEA - EDF - **Page 9 :** Andra - Areva **Page 10 :** J.-M. Taillat/Areva **Page 14 :** J.-M. Taillat/Areva - P. Lesage/Areva **Page 15 :** P. Luchez/ASN - ASN **Page 16 :** Socodei - P. Bourguignon/DeclicÉditions **Page 17 :** Andra **Page 18 :** Zorilla-Production - P. Bourguignon/DeclicÉditions **Page 19 :** Andra **Page 20 :** P. Demail/Andra **Page 21 :** P. Demail/Andra (x2) - P. Maurein/Andra **Page 22 :** P. Demail/Andra - A. Rezzoug/Andra

### Crédits illustrations

**Page 4 :** Andra **Pages 12-13 :** Lorenzo Timon **Page 23 :** Andra

### Contacts

#### Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Direction générale de l'énergie et du climat  
Arche Nord – 92 055 La Défense Cedex  
Tél. : 01 40 81 21 22  
[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

#### Autorité de sûreté nucléaire

15-21 rue Louis Lejeune – 92 120 Montrouge  
Tél. : 01 46 16 40 00  
[www.asn.fr](http://www.asn.fr)

