



2012

# En résumé



INVENTAIRE  
NATIONAL  
des matières  
et déchets  
radioactifs







Dès le début des années 1990, l'État français a créé l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) et l'a chargée de trouver et de concevoir des solutions de gestion sûres pour l'ensemble des déchets radioactifs français.

Pour cela, l'Andra est notamment chargée de recenser annuellement l'ensemble des matières et des déchets radioactifs présents sur le territoire afin de disposer d'une vision aussi complète et exhaustive que possible de leur nature, de leur quantité et de leur localisation. Au titre de cette mission d'intérêt général confiée par la loi du 28 juin 2006, l'Andra met à jour et publie ces informations tous les trois ans sous la forme de l'*Inventaire national*.

L'édition 2012 de l'*Inventaire national* présente les déchets existants au 31 décembre 2010, sur la base des déclarations de chaque détenteur, ainsi que des prévisions sur les quantités de déchets attendues d'ici 2020 et 2030. Un exercice prospectif à plus longue échéance a également été réalisé selon deux scénarios contrastés sur le devenir des installations nucléaires et sur la politique énergétique de la France à long terme. Il présente également les matières radioactives entreposées dans la perspective d'une valorisation.

Dans un souci de transparence, l'Andra a institué un comité de pilotage pour suivre l'élaboration de l'*Inventaire national*. Ce comité comprend des représentants des institutions, des associations de protection de l'environnement et des producteurs de déchets.

Véritable outil de référence, cet *Inventaire* permet de garantir une gestion maîtrisée des déchets français produits et à venir. Il répond aussi parfaitement à l'objectif fixé aux États membres par la directive européenne sur les déchets radioactifs, adoptée le 19 juillet 2011. Cette directive recommande que chaque État membre établisse un programme national pour la gestion du combustible usé et des déchets, s'appuyant sur la réalisation d'inventaires.

Garante de l'information du public sur les déchets radioactifs et leur gestion, l'Andra a souhaité mettre à la disposition de tous cette version résumée de l'édition 2012 de l'*Inventaire national*.



Marie-Claude Dupuis  
Directrice générale de l'Andra

François-Michel Gonnot  
Président du conseil d'administration de l'Andra

2012

# l'inventaire c'est aussi...

Ce résumé constitue la version grand public de l'*Inventaire national*. L'*Inventaire national* est également constitué de documents techniques présentant l'ensemble des informations sur les matières et les déchets radioactifs en France :

## Le rapport de synthèse

Présentation détaillée de l'ensemble des matières et déchets radioactifs français existants et futurs par filière de gestion, secteur économique, propriétaire...



## Le catalogue des familles

Présentation de l'ensemble des déchets radioactifs regroupés par famille ; une famille regroupe des déchets présentant des caractéristiques semblables.



## L'inventaire géographique

Localisation des déchets radioactifs sur le territoire français.



L'ensemble de ces documents est disponible en version multimédia sur clé USB et sur le site internet de l'Andra : [www.andra.fr](http://www.andra.fr) où vous pourrez aussi apporter vos suggestions.

# Sommaire

- 6 Les déchets radioactifs
- 8 Les déchets TFA
- 10 Les déchets FMA-VC
- 12 Les déchets FA-VL
- 14 Les déchets MA-VL
- 16 Les déchets HA
- 18 Les déchets liés au radium
- 20 Les déchets ayant fait l'objet  
de modes de gestion historiques
- 22 Bilan des déchets déjà produits
- 24 Les déchets de demain
- 26 Que fait-on des déchets radioactifs ?
- 28 Les centres de stockage
- 30 Les études pour les déchets à vie longue  
ou de haute activité
- 32 La localisation des déchets
- 36 Les matières valorisables
- 38 Glossaire

# Les déchets radioactifs

De nombreux secteurs utilisent les propriétés de la radioactivité, qu'elle soit d'origine naturelle ou artificielle. Ces utilisations produisent des déchets, dont certains sont radioactifs. La grande majorité d'entre eux ressemble à des déchets classiques : outils, vêtements, plastiques, ferrailles, gravats... Cependant, leur radioactivité présente un risque pour la santé. Ils doivent donc faire l'objet d'une prise en charge particulière.

La radioactivité est utilisée dans cinq principaux secteurs économiques



Centrale de Cruas

## 1 L'industrie électronucléaire :

centrales nucléaires et usines de fabrication et de traitement des combustibles utilisés pour faire fonctionner ces centrales (extraction et traitement du minerai d'uranium, fabrication des combustibles, traitement des combustibles une fois usés...).

## L'industrie classique (non électronucléaire) :

extraction de terres rares, fabrication de sources radioactives ou autres applications diverses (contrôle des soudures, stérilisation du matériel médical, stérilisation et conservation de produits alimentaires...).



Sous-marin Le Redoutable

## 2 La Défense nationale :

activités liées à la force de dissuasion, à la propulsion nucléaire de certains navires ou sous-marins et recherche associée.



Détecteur de fumée

## Le domaine médical :

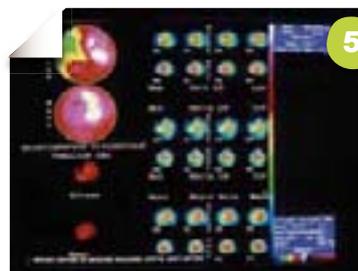
recherche médicale, diagnostic et traitement.



Laboratoire pharmaceutique

## 3 La recherche :

laboratoires de recherche dans différents domaines : nucléaire civil, physique des particules, agronomie, chimie, biologie...



Scintigraphie cardiaque

## Des déchets à vie très courte

Certains déchets, principalement hospitaliers, contiennent des radionucléides à vie très courte (dont la période radioactive est inférieure à 100 jours) utilisés à des fins diagnostique ou thérapeutique.

En raison de leur durée de vie très courte, ces déchets sont entreposés sur place, de quelques jours à quelques mois, temps suffisant pour que leur radioactivité disparaisse. Ils sont ensuite évacués dans des filières de gestion de déchets classiques.

## La radioactivité

Phénomène naturel découvert par l'homme à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, la radioactivité provient de certains atomes instables, appelés radionucléides, qui se désintègrent en émettant des rayonnements.

La radioactivité d'un élément diminue naturellement dans le temps, plus ou moins rapidement en fonction de la nature des radionucléides. On appelle **période radioactive**, le temps au bout duquel une quantité d'un même radionucléide est divisée par deux : 8 jours pour l'iode 131, 13 ans pour le tritium, 31 ans pour le césium 137, 1 600 ans pour le radium 226 ou encore 5 700 ans pour le carbone 14. Par exemple, sur un échantillon de 1 gramme de césium 137, il n'en restera que 0,5 gramme au bout de 31 ans. Cet échantillon sera donc deux fois moins radioactif.

## Des déchets très variés

Les déchets radioactifs sont des substances pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée. Ils contiennent tous un mélange de radionucléides (césium, uranium, iode, cobalt, radium, tritium...).

En fonction de la nature de ces radionucléides, les déchets sont plus ou moins radioactifs, pendant plus ou moins longtemps.

Pour les gérer, les déchets radioactifs sont classés en fonction de nombreux critères et notamment :

- **leur niveau de radioactivité** exprimé en becquerel (Bq) par gramme. Également appelé activité, le niveau de radioactivité des déchets peut être très faible, faible, moyen ou haut ;
- **leur durée de vie** qui dépend de la période radioactive propre à chaque radionucléide qu'ils contiennent. Par simplification, les déchets dont la radioactivité provient principalement de radionucléides à vie courte (période  $\leq$  31 ans) sont appelés déchets à vie courte, et inversement pour les déchets contenant une quantité importante de radionucléides à vie longue (période  $>$  31 ans).

Il existe 5 catégories de déchets radioactifs :

- **les déchets de très faible activité (TFA)**
- **les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC)**
- **les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL)**
- **les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)**
- **les déchets de haute activité (HA)**

## Matières ou déchets ?

Les utilisations de la radioactivité produisent aussi des matières radioactives. Il s'agit de substances pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement.

Seuls les déchets radioactifs sont destinés à être stockés par l'Andra. Cependant, les matières radioactives sont répertoriées dans l'*Inventaire national* car elles pourraient devenir des déchets si elles n'étaient finalement pas réutilisées.

## Déchets et classifications

La classification des déchets est effectuée au moment de leur production et de leur entreposage provisoire. Avant d'être stockés, ces déchets font l'objet d'une étude détaillée et éventuellement d'un traitement. Ils peuvent donc être amenés à changer de filière de gestion.

# Les déchets de très faible activité (TFA)

Fin 2010, les déchets TFA représentent **360 000 m<sup>3</sup>** soit :

- **27% du volume total** des déchets radioactifs français déjà produits\* ;
- **moins de 0,01% de la radioactivité totale** des déchets radioactifs français.



## L'origine des déchets TFA

Les déchets de très faible activité proviennent essentiellement **du fonctionnement et du démantèlement des installations nucléaires. Ils proviennent également d'industries classiques utilisant des matériaux naturellement radioactifs** (chimie, métallurgie, production d'énergie...).

Certains déchets TFA sont issus de l'assainissement et de la réhabilitation d'anciens sites pollués par la radioactivité. Ils se présentent généralement sous la forme de déchets inertes, béton, gravats, terres..., ou de déchets métalliques.

Dans les prochaines années une grande partie des déchets TFA proviendra du démantèlement des centrales nucléaires actuellement en fonctionnement ou des usines du cycle du combustible nucléaire.

Leur niveau de radioactivité est en général inférieur à 100 becquerels par gramme.

Ils contiennent des radionucléides à vie courte et/ou à vie longue.



Déchets industriels TFA (ferrailles, plastiques...) avant conditionnement



Déchets TFA conditionnés en big-bag

Fin 2010, environ  
**175 000 m<sup>3</sup>**  
de déchets TFA  
sont déjà stockés

## Volumes et prévisions des déchets TFA

(m<sup>3</sup> équivalent conditionné)

Stocks 2010	2020	2030
360 000	762 000	1 300 000

## Qu'en fait-on ?

Depuis 2003, les déchets TFA sont stockés dans un centre dédié, exploité par l'Andra dans le département de l'Aube, premier centre de stockage au monde pour ce type de déchets. Entre 20 000 et 30 000 m<sup>3</sup> y sont stockés chaque année (voir page 29).

En fonction de leur nature, les déchets TFA sont au préalable conditionnés dans des big-bags, essentiellement pour faciliter leur manutention, ou dans des casiers métalliques.

Certains de ces déchets peuvent faire l'objet d'un traitement spécifique :

- **compactage** des déchets plastiques et métalliques pour réduire leur volume ;
- **solidification puis stabilisation** des déchets liquides, tels que les eaux polluées ou les boues.



Déchets TFA compactés



Alvéole de stockage de déchets TFA



### Une exception française et espagnole

Du fait du très faible niveau de radioactivité de ces déchets, la plupart des pays étrangers les considèrent comme des déchets « conventionnels ».

La France, suivie par l'Espagne, a décidé de les prendre en charge dans un centre dédié.

# Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC)

Fin 2010, les déchets FMA-VC représentent **830 000 m<sup>3</sup>** soit :

- **63 % du volume total** des déchets radioactifs français déjà produits\* ;
- **0,02 % de la radioactivité totale** des déchets radioactifs français.

## L'origine des déchets FMA-VC

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte sont essentiellement **des déchets liés à la maintenance** (vêtements, outils, gants, filtres...) **et au fonctionnement des installations nucléaires** (traitements d'effluents liquides ou gazeux).

Ces déchets sont également issus de **laboratoires de recherche, d'hôpitaux, d'universités... ou d'opérations d'assainissement et de démantèlement**.

Les déchets FMA-VC contiennent essentiellement des radionucléides à vie courte (exemple : cobalt 60, césium 137). Ils peuvent également contenir des radionucléides à vie longue mais dans des quantités limitées.

Le niveau de radioactivité de ces déchets se situe en général entre quelques centaines de becquerels et un million de becquerels par gramme.



Déchets FMA-VC avant conditionnement

Fin 2010, environ  
**771 000 m<sup>3</sup>**  
 de déchets FMA-VC  
 sont déjà stockés

## ■ Volumes et prévisions des déchets FMA-VC

(m<sup>3</sup> équivalent conditionné)

Stocks 2010	2020	2030
830 000	1 000 000	1 200 000

## ((( Qu'en fait-on ?

Après avoir été stockés au Centre de stockage de la Manche, aujourd'hui fermé et surveillé par l'Andra, les déchets FMA-VC sont accueillis dans un centre exploité par l'Andra dans le département de l'Aube depuis 1992 (voir page 29). Plus de 10 000 m<sup>3</sup> y sont stockés chaque année.

Avant leur stockage, les déchets FMA-VC sont solidifiés s'ils sont liquides. Ils peuvent également être compactés pour réduire leur volume.

Ils sont en général placés dans un conteneur en métal ou en béton puis enrobés avec du béton.

Un colis de déchets FMA-VC est composé de 15 à 20 % de déchets radioactifs et de 80 à 85 % d'enrobage.



Compactage d'un fût de déchets FMA-VC



Colis de déchets FMA-VC



Stockage de colis FMA-VC au Centre de l'Aube

### Une filière opérationnelle depuis 40 ans

Les déchets FMA-VC représentent plus de 60 % des déchets radioactifs produits aujourd'hui en France (hors déchets ayant fait l'objet de modes de gestion historiques). Ils sont les premiers à avoir bénéficié d'un centre de stockage dédié, il y a plus de 40 ans.

# Les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL)

Fin 2010, les déchets FA-VL représentent **87 000 m<sup>3</sup>** soit :

- **7 % du volume total** des déchets radioactifs français déjà produits\* ;
- **0,01 % de la radioactivité totale** des déchets radioactifs français.

Les déchets FA-VL regroupent principalement trois grands types de déchets :

- **les déchets dits de « graphite »** qui proviennent des premières centrales nucléaires françaises de la filière UNGG (Uranium naturel graphite gaz). Ils doivent leur nom au graphite, matériau correspondant à une variété très pure de carbone, qui était utilisé en grande quantité dans ces réacteurs de première génération. Ces déchets sont issus de l'exploitation de ces centrales (chemises qui entouraient le combustible) et de leur démantèlement (empilements qui constituaient le cœur des réacteurs, protections biologiques...).

Ils proviennent également de l'exploitation et du démantèlement de réacteurs expérimentaux aujourd'hui arrêtés.

Ces déchets contiennent des radionucléides à vie longue comme le carbone 14 (5 700 ans).

Leur niveau de radioactivité se situe entre 10 000 et 100 000 becquerels par gramme ;

- **les déchets dits « radifères »** qui contiennent des radionucléides naturels à vie longue, notamment du radium et/ou du thorium.

Ils proviennent essentiellement de l'ancienne industrie du radium et de ses dérivés ainsi que du traitement chimique de minerais par l'industrie nucléaire ou l'industrie chimique.



*Chemise de graphite*



*Déchets radifères*

Ils proviennent également, en faible quantité, de l'assainissement d'anciens sites pollués par la radioactivité. Leur niveau de radioactivité est en général compris entre quelques dizaines et quelques centaines de becquerels par gramme ;

- **d'autres types de déchets FA-VL** comme certaines sources scellées usagées (paratonnerres, détecteurs d'incendie...) et certains objets radioactifs anciens que l'on retrouve chez les particuliers (montres au radium, aiguilles au radium...).



*Paratonnerre au radium*

## Volumes et prévisions des déchets FA-VL

(m<sup>3</sup> équivalent conditionné)

Stocks 2010	2020	2030
87 000	89 000	133 000

## Qu'en fait-on ?

Les solutions de gestion des déchets FA-VL sont actuellement à l'étude (voir page 30). Les déchets FA-VL sont, pour la plupart, des déchets anciens, dont la production est arrêtée.

En attendant la création, par l'Andra, d'un centre de stockage adapté, ils sont entreposés, le plus souvent sur les sites où ils sont produits.



*Déchets radifères conditionnés en fûts*

### Un entrepôt pour les déchets non-électronucléaires

Dans l'attente de disposer d'une solution de stockage de ces déchets FA-VL, les colis sont entreposés dans diverses installations.

Les principaux producteurs disposent de leurs propres installations d'entreposage. Pour les déchets non-électronucléaires provenant de petits producteurs, dont l'Andra assure la prise en charge, ceux-ci ont été entreposés dans diverses installations des principaux exploitants nucléaires. Certaines de ces installations ne peuvent plus les accueillir et doivent les évacuer.

L'Andra a donc proposé la construction, sur le site du centre de stockage de déchets TFA qu'elle exploite dans l'Aube, d'un nouvel entreposage. La mise en service est prévue courant 2012.

# Les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)

Fin 2010, les déchets MA-VL représentent **40 000 m<sup>3</sup>** soit :

- **3 % du volume total** des déchets radioactifs français déjà produits\* ;
- **4 % de la radioactivité** totale des déchets radioactifs français.

## L'origine des déchets MA-VL

Les centrales nucléaires fonctionnent grâce à des combustibles composés, pour la plupart, d'uranium.

Après quelques années au cœur des réacteurs, ces combustibles deviennent moins performants. Ils sont alors traités à l'usine AREVA NC de La Hague.

Les structures métalliques entourant ces combustibles sont cisailées en petits tronçons afin de les séparer des matières et des résidus qu'elles contiennent. Ces débris métalliques (gaines, coques et embouts) constituent une part importante des déchets MA-VL.

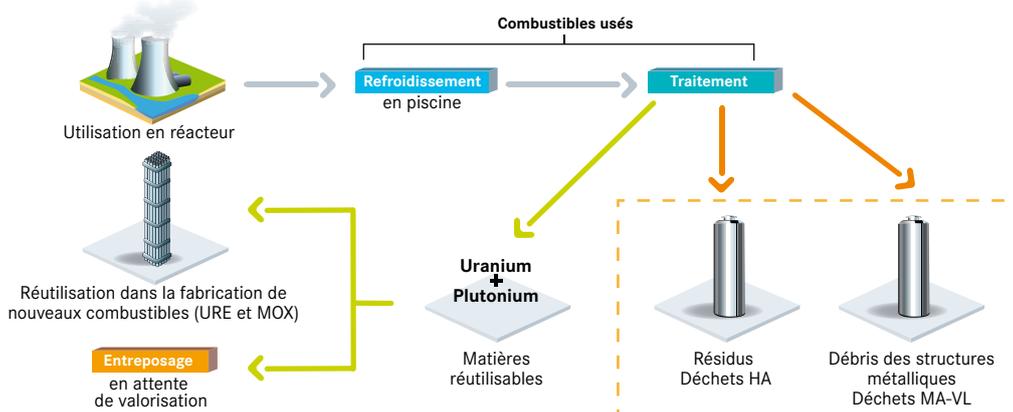
Les déchets MA-VL peuvent également provenir des procédés de traitement des combustibles usés.

Il peut aussi s'agir de composants (hors combustible) ayant séjourné dans les réacteurs nucléaires ou de déchets issus d'opérations de maintenance et de démantèlement d'installations nucléaires, d'ateliers, de laboratoires...

Les déchets MA-VL contiennent des quantités importantes de radionucléides à vie longue.

Le niveau de radioactivité de ces déchets se situe en général entre un million et un milliard de becquerels par gramme.

## Le cycle de vie du combustible nucléaire



## Volumes et prévisions des déchets MA-VL

(m<sup>3</sup> équivalent conditionné)

Stocks 2010	2020	2030
40 000	45 000	49 000

## Qu'en fait-on ?

Étant donné leur niveau de radioactivité et leur durée de vie, **les déchets MA-VL sont destinés à être stockés dans le Centre industriel de stockage géologique (Cigéo) aujourd'hui à l'étude par l'Andra** (voir page 31).

Afin de réduire leur volume, une part importante des déchets MA-VL est compactée sous forme de galettes qui sont ensuite introduites dans des colis en béton ou en métal. D'autres modes de conditionnement peuvent être réalisés en fonction de la nature de ces déchets : cimentation, bitumage, vitrification...

En attendant la création du stockage profond, ils sont entreposés, le plus souvent sur les sites où les colis sont produits.



Débris métalliques issus des structures entourant les combustibles usés (coques et embouts)



Colis contenant plusieurs galettes de déchets MA-VL

# Les déchets de haute activité (HA)



Fin 2010, les déchets HA représentent **2 700 m<sup>3</sup>** soit :

- **0,2 % du volume total** des déchets radioactifs français déjà produits\* ;
- **96 % de la radioactivité** totale des déchets radioactifs français.

## L'origine des déchets HA

Ils proviennent pour l'essentiel du **traitement des combustibles utilisés** dans les centrales nucléaires.

Lors de ce traitement, les combustibles nucléaires usés sont dissous dans une solution chimique afin de séparer l'uranium et le plutonium des résidus non réutilisables.

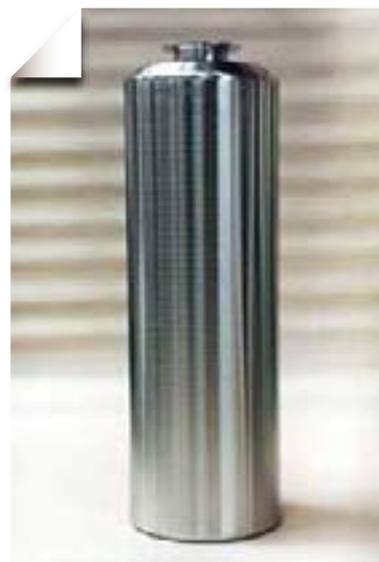
Ces résidus, hautement radioactifs, constituent les déchets de haute activité.

Ils représentent environ 4 % du combustible utilisé. Ils sont composés de produits de fission (exemple : césium 134 et 137, strontium 90), de produits d'activation (comme le cobalt 60) et d'actinides mineurs (exemple : curium 244 et américium 241).

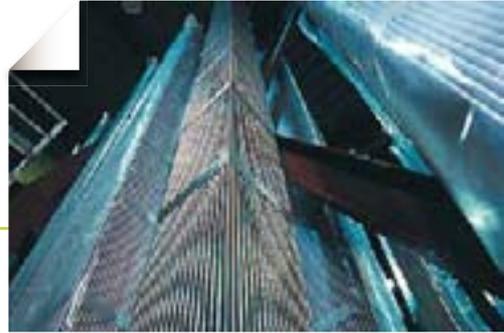
Ces déchets rassemblent la plus grande partie de la radioactivité des déchets radioactifs produits en France.

Leur niveau de radioactivité est de plusieurs milliards à plusieurs dizaines de milliards de becquerels par gramme. Ils contiennent différents radionucléides, à vie courte ou à vie longue, dont certains ont des durées de vie très longues comme le neptunium 237 (environ 2 millions d'années).

En raison de leur radioactivité élevée, ces déchets dégagent de la chaleur.



Colis vitrifié de déchets HA



## Composition d'un combustible utilisé\*



\* Combustible usé de type UOX.

## Volumes et prévisions des déchets HA

(m<sup>3</sup> équivalent conditionné)

Stocks 2010	2020	2030
2 700	4 000	5 300

## Qu'en fait-on ?

Étant donné leur niveau de radioactivité et leur durée de vie, **les déchets HA sont destinés à être stockés dans le Centre industriel de stockage géologique (Cigéo) aujourd'hui à l'étude par l'Andra** (voir page 31).

Les déchets sont intégrés dans une pâte de verre insoluble dont la capacité de confinement est particulièrement élevée et durable.

Ils sont ensuite coulés dans un colis en inox. Un colis de déchets HA contient environ 400 kg de verre pour environ 70 kg de déchets.

En attendant la création du stockage profond, ils sont entreposés sur les sites où les colis sont produits.

### Les combustibles usés sont-ils des déchets ?

Dans certains pays, les combustibles usés des centrales nucléaires sont considérés comme des déchets et sont stockés directement. En France, il a été décidé de les traiter pour récupérer les matières réutilisables contenues dans ces combustibles (matières) et de ne stocker que la faible part non réutilisable (déchets).

Cependant, tous les combustibles usés sont répertoriés dans l'*Inventaire national* afin d'anticiper leur gestion si leur traitement n'était plus envisagé par la France. Des études sont également menées par l'Andra concernant leur éventuel stockage dans Cigéo (Centre industriel de stockage géologique).

# Les déchets liés au radium

À l'époque de la découverte de la radioactivité, les risques qu'elle présentait étaient encore méconnus. Un engouement très fort est né pour ce phénomène et a rapidement donné naissance à une « industrie du radium » pendant l'entre-deux-guerres. Le radium était alors utilisé pour la fabrication de nombreux objets du quotidien. Aujourd'hui, ces objets peuvent se retrouver chez les particuliers et sont collectés par l'Andra afin d'être gérés en toute sûreté. Ces activités ont également engendré parfois la pollution des sites sur lesquels elles étaient pratiquées. Ces sites sont recensés afin d'être assainis.

## Des objets radioactifs chez vous

Après sa découverte, le radium était très utilisé pour la fabrication de nombreux objets de la vie quotidienne ou de matériel médical et paramédical : rouge à lèvres, crèmes de soin, réveils lumineux, fontaines à eau, aiguilles au radium...

Aujourd'hui, ces objets peuvent se trouver chez les particuliers, dans des collections ou encore oubliés dans des greniers, la plupart du temps sans que leurs propriétaires soient au courant du risque qu'ils présentent.

Une prise en charge gratuite de ces objets est assurée par l'Andra. Ils suivent ensuite le même devenir que les autres déchets radioactifs.

Si vous possédez un de ces objets contactez l'Andra :  
**01 46 11 83 27**  
 collecte-dechets@andra.fr



Fontaine au radium



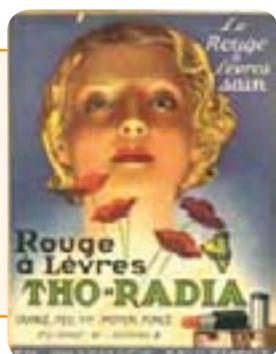
Boîte à aiguilles au radium



Montre luminescente



Crème ophtalmique



Chaque année, une centaine d'objets radioactifs sont collectés et environ 2 500 m<sup>3</sup> de déchets radioactifs sont générés par l'assainissement de sites pollués réalisé par l'Andra.

**Il s'agit essentiellement de déchets TFA et FA-VL.**

## Les sites pollués par la radioactivité

Un site pollué par la radioactivité est un site sur lequel des substances radioactives ont été manipulées ou entreposées de manière incontrôlée, entraînant une dispersion de ces substances et présentant un risque potentiel pour la santé et l'environnement en fonction de l'usage qui est fait de ce site.

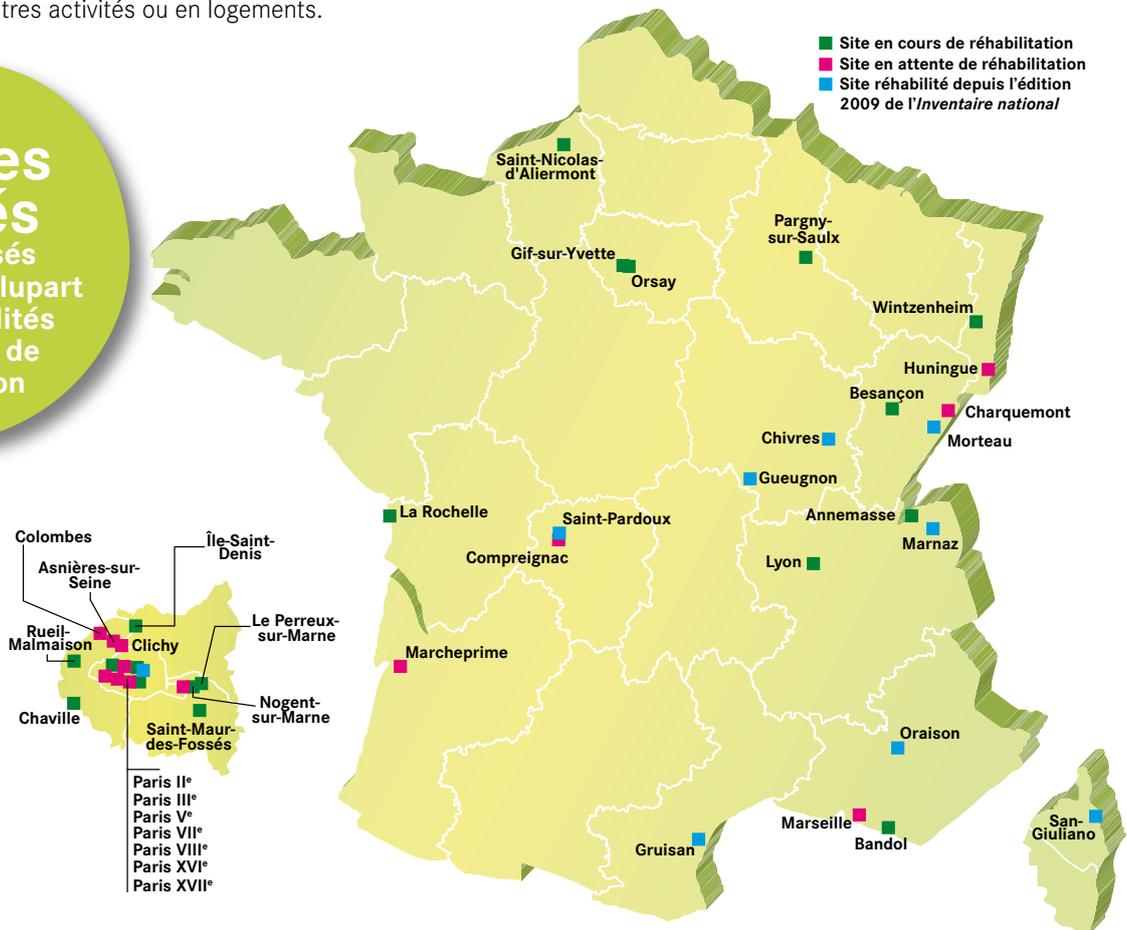
La plupart des sites pollués en France sont liés à des activités du passé : extraction du radium pour la médecine ou la parapharmacie, fabrication et application de peintures pour la vision nocturne, exploitation de minerais...

Après guerre, la mémoire de certains de ces sites a été perdue et certains d'entre eux ont été réaménagés pour d'autres activités ou en logements.

Quelques sites pollués sont liés à des activités plus récentes. Ils sont restés à l'état de friche et mis en sécurité.

L'État a mis en place une démarche permettant d'identifier ces sites pour les réhabiliter. Lorsque le responsable d'un site est défaillant, la réhabilitation est assurée par l'Andra. Le financement est assuré par une subvention de l'État après avis de la Commission nationale des aides dans le domaine radioactif (CNAR) sur l'utilisation de cette subvention et sur la nécessité ou non de dépolluer le site.

Fin 2010,  
**43 sites pollués**  
sont recensés  
en France, la plupart  
étant réhabilités  
ou en cours de  
réhabilitation



### Opération diagnostic radium

Des enquêtes historiques sur des activités industrielles ou commerciales, aujourd'hui arrêtées, qui auraient pu manipuler de la radioactivité, ont permis de dresser une liste de 134 sites qui méritent d'être contrôlés.

L'opération diagnostic radium, lancée en octobre 2010 par les pouvoirs publics, consiste, en accord avec les propriétaires, à faire inspecter ces sites par les spécialistes de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), puis, si nécessaire, à les faire assainir par l'Andra aux frais de l'État.

# Les déchets ayant fait l'objet de modes de gestion historiques

*Certains déchets radioactifs ont fait l'objet de modes de gestion pratiqués à l'époque où ils ont été produits et ne seront pas pris en charge dans les centres de stockage de l'Andra. À ce titre, ils ne sont pas pris en compte dans les bilans présentant les volumes de déchets, mais sont cependant identifiés dans l'Inventaire national.*

## Il existe trois modes de gestion historiques

### L'immersion

L'immersion de déchets radioactifs a été pratiquée par de nombreux pays durant une trentaine d'années à partir de la fin des années 1940. Ces immersions ont d'abord été réalisées à faible profondeur, la plupart du temps dans les eaux territoriales des pays qui les pratiquaient. Elles ont ensuite été réalisées sous la coordination d'instances internationales, à grande profondeur dans les eaux internationales.

En 1967 et 1969, la France a participé à deux campagnes dans l'Atlantique, en immergeant 14 200 tonnes de déchets radioactifs. Dans le cadre des essais

nucléaires réalisés par la France dans le Pacifique, 3 200 tonnes de déchets ont également été immergées entre 1967 et 1982.

Les déchets radioactifs immergés se présentaient sous plusieurs formes :

- des déchets liquides, directement évacués en mer ou mis en conteneurs ;
- des déchets solides, non conditionnés, ou pour la plupart, emballés dans des fûts métalliques après incorporation dans du béton ou du bitume.



Immersion de déchets radioactifs

L'évacuation en mer était à l'époque considérée comme la filière de gestion la plus appropriée tant la dilution est considérable dans le volume de l'océan.

**Cette pratique a été abandonnée par la France en 1982**

## Le stockage des résidus de traitement de minerais d'uranium sur les anciens sites miniers

Entre 1948 et 2001, 210 sites en France ont fait l'objet d'une activité minière pour l'uranium (exploration, extraction et traitement de l'uranium).

Les activités de traitement du minerai pour récupérer l'uranium ont généré des résidus radioactifs. Ces résidus se présentent sous la forme de blocs, de sables ou de boues et correspondent à des déchets radioactifs à vie longue dont le niveau de radioactivité est comparable à celui des déchets TFA.

À la fin de l'exploitation minière de l'uranium en France, ces résidus, estimés à 50 millions de tonnes, ont été stockés sur vingt de ces sites. Leur surveillance est assurée par AREVA, sous contrôle des autorités compétentes.

Les usines dans lesquelles étaient effectuées ces opérations de traitement ont toutes cessé leurs activités et ont été démantelées.



Mine d'uranium de Bellezane (Haute-Vienne) pendant son exploitation



Mine d'uranium de Bellezane réaménagée

## Les autres situations « historiques »

Cinquante millions de tonnes d'autres déchets ont été stockés dans des stockages ne relevant pas de la responsabilité de l'Andra.

80% d'entre eux sont des déchets dits « à radioactivité naturelle renforcée », c'est-à-dire des déchets générés par la transformation de matières premières contenant naturellement des radionucléides mais qui ne sont pas utilisées pour leurs propriétés radioactives. Ces déchets sont de très faible activité mais contiennent des substances à vie longue.

On recense en France une cinquantaine de stockages historiques :

- stockages *in situ* (stockages à proximité d'installations nucléaires ou d'usines : il s'agit le plus souvent de buttes, de remblais ou de lagunes) ;
- centres de stockage de déchets conventionnels.

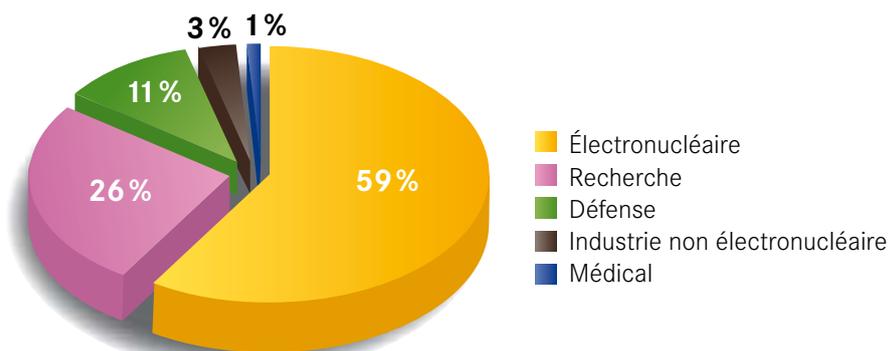


Port de La Pallice à La Rochelle (Charente-Maritime)

# Bilan des déchets déjà produits

À la fin de l'année 2010, il existait en France environ 1 320 000 m<sup>3</sup> de déchets radioactifs. Les déchets anciens ayant fait l'objet de modes de gestion historiques (voir pages 20-21) ne sont pas comptabilisés dans les bilans présentés ici car ils ne sont pas destinés à être pris en charge par l'Andra.

## Répartition par secteur économique des déchets radioactifs existants à fin 2010



En France, la production de déchets radioactifs représente l'équivalent de **2 kg par an et par habitant**

## Volumes des déchets existants à fin 2010

Ces volumes correspondent aux déchets une fois conditionnés, en colis dits « primaires », de manière à pouvoir être entreposés et transportés vers les centres de stockage.

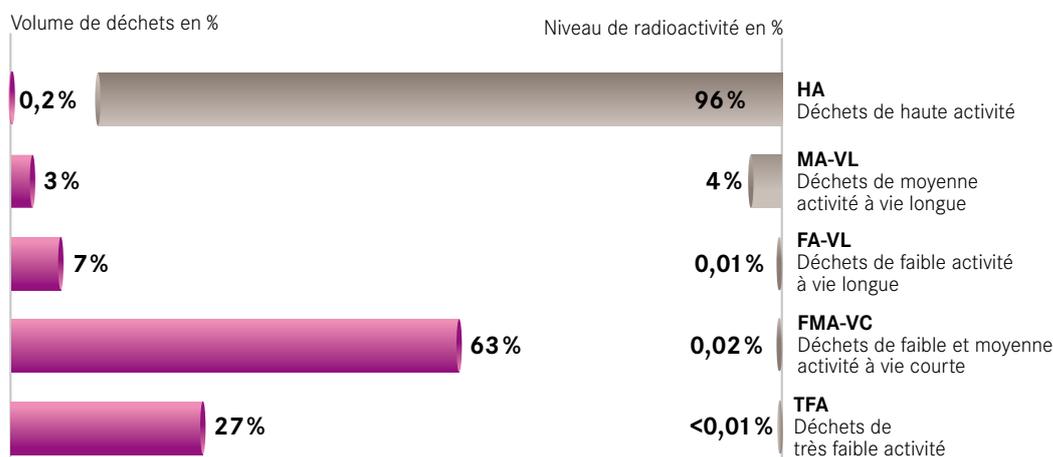
Dans certains cas particuliers, comme le stockage profond par exemple, un conditionnement complémentaire sera nécessaire avant que les déchets puissent être stockés.

\* Les déchets identifiés dans la catégorie DSF (déchets sans filière) sont ceux qui n'entrent pour le moment dans aucune des filières existantes ou à l'étude, en raison notamment de leurs caractéristiques chimiques et physiques. Les études concernant la gestion de ces déchets sont en cours.

Catégorie	Volume à fin 2010 (m <sup>3</sup> équivalent conditionné)
HA	2 700
MA-VL	40 000
FA-VL	87 000
FMA-VC	830 000
TFA	360 000
DSF*	3 600
<b>Total général</b>	<b>~ 1 320 000</b>

Depuis les années 1970, l'usine AREVA-COMURHEX de Malvési (Aude) assure la conversion chimique de concentrés d'uranium utilisés ensuite dans la fabrication de combustibles nucléaires. 600 000 m<sup>3</sup> de résidus radioactifs, qui se présentent sous la forme de boues, ont été générés par cette activité industrielle. Plusieurs milliers de m<sup>3</sup> de déchets de ce type sont encore produits chaque année. Des études sont en cours afin de définir les caractéristiques de ces déchets et leur mode de gestion à long terme. Dans la précédente édition de l'*Inventaire national*, ces résidus étaient comptabilisés dans les résidus miniers. Ces déchets ne sont pas comptabilisés dans les bilans.

## Répartition du volume et du niveau de radioactivité des déchets radioactifs existants à fin 2010



## Évolution des volumes

Les volumes de déchets radioactifs présentés dans l'édition 2012 ont évolué par rapport à ceux présentés dans l'édition 2009. Cette évolution est due à la production courante de déchets au cours des trois années séparant les deux éditions de l'*Inventaire national* et également à :

- une optimisation du conditionnement de certains déchets MA-VL conduisant à une réduction de leur volume ;
- des compléments de caractérisation de certains déchets MA-VL ce qui a permis de les réorienter dans la catégorie FA-VL induisant une diminution de la quantité de déchets MA-VL et une augmentation des déchets FA-VL ;
- un renforcement des exigences sur les objectifs d'assainissement du génie civil des installations à démanteler qui a conduit à une augmentation du volume de déchets TFA.

Catégorie	Écart 2010/2007 (m <sup>3</sup> équivalent conditionné)
HA	400
MA-VL	-2 000
FA-VL	4 500
FMA-VC	37 000
TFA	130 000
DSF*	2 100
<b>Total général</b>	<b>~ 170 000</b>

\* Les déchets identifiés dans la catégorie DSF (déchets sans filière) sont ceux qui n'entrent pour le moment dans aucune des filières existantes ou à l'étude, en raison notamment de leurs caractéristiques chimiques et physiques. Les études concernant la gestion de ces déchets sont en cours.

# Les déchets de demain

*En plus du recensement des stocks existants, des prévisions sont effectuées pour anticiper les volumes et la nature des déchets qui seront produits d'ici 2020 et 2030. Des prévisions sont également réalisées à plus grande échéance selon deux scénarios contrastés concernant le devenir des installations nucléaires et la politique énergétique de la France.*

## Prévisions des volumes de déchets pour les années 2020 et 2030\*

	Pour 2020	Pour 2030
HA	4 000	5 300
MA-VL	45 000	49 000
FA-VL	89 000	133 000
FMA-VC	1 000 000	1 200 000
TFA	762 000	1 300 000
<b>Total général</b>	<b>~ 1 900 000</b>	<b>~ 2 700 000</b>

\* Concernant l'industrie électronucléaire, les prévisions sont fondées sur une hypothèse d'allongement de la durée de fonctionnement des centrales à 50 ans et le traitement de l'ensemble des combustibles nucléaires usés. L'Inventaire national prend en compte les 58 réacteurs actuels et l'EPR de Flamanville en cours de construction.

Les prévisions des volumes de déchets attendus pour 2020 et 2030 ont évolué par rapport à celles réalisées dans l'édition 2009.

Cette évolution est essentiellement due à :

- une augmentation du nombre des combustibles nucléaires usés traités chaque année ;
- une hypothèse de durée de fonctionnement des centrales plus élevée (50 ans au lieu de 40) conformément aux orientations stratégiques d'EDF. Cette hypothèse ne préjuge pas de la décision des autorités publiques ;
- une meilleure identification des déchets qui seront produits par le démantèlement des installations ;
- un décalage du planning de démantèlement des premières centrales nucléaires qui repousse la production des déchets associés ;
- une augmentation du volume des déchets TFA du fait notamment du renforcement des exigences sur les objectifs d'assainissement du génie civil des installations à démanteler.

### Démantèlement des installations

Le démantèlement d'une centrale nucléaire produit 80% de déchets « conventionnels » et 20 % de déchets radioactifs qui, pour la grande majorité, sont des déchets TFA. Le reste représente essentiellement des déchets FMA-VC.



# Et après 2030 ?

## Prospectives au-delà de 2030

**L'Inventaire national présente également une prospective au-delà de 2030, c'est-à-dire jusqu'à la fin de vie et la déconstruction des installations nucléaires du parc actuel.**

Afin d'anticiper d'éventuels changements politiques sur le devenir de l'industrie nucléaire, différents scénarios sont étudiés pour estimer les conséquences sur la nature et le volume des déchets qui seraient produits jusqu'au démantèlement des installations.

Les quantités ci-dessous sont présentées, à titre d'exemple, pour deux scénarios volontairement contrastés : poursuite ou non-renouvellement de la production électronucléaire. Ces quantités prennent également en compte les déchets produits par les autres secteurs économiques.

Dans les deux cas, l'Inventaire national ne porte que sur les déchets produits par les installations qui, fin 2010, avaient obtenu leur décret d'autorisation de création (installations actuelles et l'EPR de Flamanville en cours de construction).

1

### Si l'on poursuit la production électronucléaire

Ce scénario envisage la poursuite de l'industrie électronucléaire et de la stratégie française actuelle de traitement des combustibles nucléaires usés. Il est fondé sur différentes hypothèses dont :

- une durée de fonctionnement des centrales de 50 ans ;
- le traitement de l'ensemble des combustibles nucléaires pour récupérer les matières valorisables qu'ils contiennent et qui servent à produire de nouveaux combustibles (uranium : de 650 à 950 tonnes par an ; plutonium : 10 à 13 tonnes par an dans l'hypothèse d'un flux de traitement annuel constant).

HA (m <sup>3</sup> )	10 000
MA-VL (m <sup>3</sup> )	70 000
FA-VL (m <sup>3</sup> )	165 000
FMA-VC (m <sup>3</sup> )	1 600 000
TFA (m <sup>3</sup> )	2 000 000

2

### Si l'on ne renouvelle pas la production électronucléaire

Ce scénario suppose le non-renouvellement du parc nucléaire actuel entraînant l'arrêt du traitement des combustibles usés. Il est fondé sur :

- une durée de fonctionnement des centrales de 40 ans ;
- un arrêt du traitement des combustibles usés en 2019 afin d'éviter de récupérer le plutonium dont le recyclage ne serait plus possible sous forme de combustibles MOX compte tenu de l'arrêt des réacteurs pouvant fonctionner avec ce type de combustible.

HA	CU UOX*	~ 50 000 assemblages
	CU RNR *	~ 1 000 assemblages
	CU MOX*	~ 6 000 assemblages
	Déchets vitrifiés (m <sup>3</sup> )	3 500
MA-VL (m <sup>3</sup> )		59 000
FA-VL (m <sup>3</sup> )		165 000
FMA-VC (m <sup>3</sup> )		1 500 000
TFA (m <sup>3</sup> )		1 900 000

\* Combustibles usés de type UOX (oxydes d'uranium), de type RNR (réacteurs à neutrons rapides) et de type MOX (mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium).

# Que fait-on des déchets radioactifs ?

*La gestion des déchets radioactifs a évolué au cours du temps. Depuis plus de 40 ans, la France a fait le choix du stockage industriel comme solution pour les gérer de manière durable et sûre. L'Andra est chargée de gérer l'ensemble des déchets radioactifs français et de concevoir les centres qui permettent de les isoler de l'homme et de l'environnement le temps que leur radioactivité ait suffisamment diminué et qu'elle ne présente plus de risque.*

## ((( Pourquoi le stockage ?

La dangerosité des déchets radioactifs diminue au fil du temps du fait de la décroissance naturelle de la radioactivité qu'ils contiennent.

En fonction des déchets, cette décroissance peut prendre de quelques jours jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années.

Le principe du stockage consiste à isoler suffisamment longtemps ces déchets afin que la radioactivité qui se retrouve au contact de l'homme ne présente pas de risque pour la santé.

Cette solution a été choisie afin de ne pas reporter la charge de la gestion des déchets produits aujourd'hui sur les générations futures.

Aujourd'hui, il existe déjà en France des centres de stockage de surface, exploités et surveillés par l'Andra dans la Manche et dans l'Aube.

Ils permettent de stocker 90 % des déchets radioactifs produits chaque année : ceux ayant une très faible activité ou une durée de vie courte (TFA et FMA-VC).

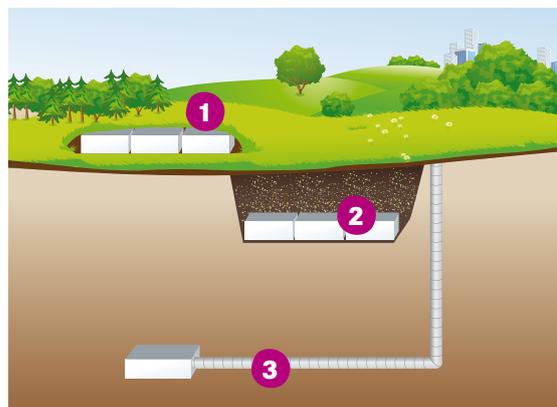
En complément, l'Andra étudie des centres de stockage souterrains pour les déchets ayant une forte radioactivité ou une durée de vie longue. En attendant, les déchets concernés sont entreposés provisoirement dans des installations spécifiques.

En France,  
 des centres de stockage  
 existent déjà pour  
**90%** des  
**déchets radioactifs**  
 produits chaque année.  
 Pour les autres déchets,  
 les centres de stockage  
 sont à l'étude.

## Trois types de stockages

sont envisagés en France pour prendre en charge l'ensemble des déchets radioactifs français, quels que soient leur niveau de radioactivité et leur durée de vie :

- 1 Le stockage de surface
- 2 Le stockage à faible profondeur (à l'étude)
- 3 Le stockage profond (à l'étude)



## Parcours d'un déchet radioactif

1

### Conditionnement

Après avoir été triés selon leurs caractéristiques, les déchets sont traités (compactage, incinération, solidification...) puis conditionnés, par le producteur, dans des colis conçus pour empêcher la dispersion de la radioactivité qu'ils contiennent.



Colis de déchets TFA compactés

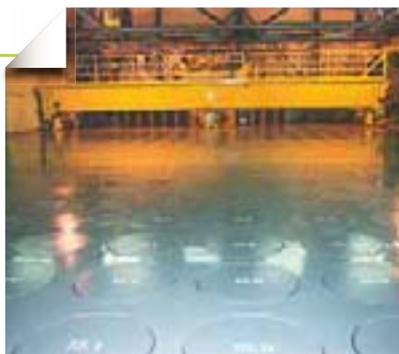


Vitrification de déchets HA

2

### Entreposage

Avant d'être stockés, ou en attendant la création d'un centre adapté, les déchets sont provisoirement entreposés dans des bâtiments dédiés, le plus souvent sur les sites où ils sont produits.



Entreposage de déchets HA



Entreposage de déchets MA-VL

3

### Stockage

Après avoir vérifié leur conformité, les colis de déchets sont stockés par l'Andra dans des centres adaptés à leur dangerosité et à l'évolution de cette dangerosité dans le temps.

Le rôle de ces centres est d'isoler les déchets radioactifs aussi longtemps qu'ils présentent un risque pour l'homme et l'environnement.

Le stockage industriel repose sur une succession de barrières, artificielles ou naturelles, garantissant l'isolement



Centre de stockage des déchets de très faible activité



Centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité

des substances contenues dans les déchets : les colis, les ouvrages de stockage et le milieu géologique qui constitue une barrière naturelle efficace sur de très longues périodes.

## Le transport des déchets radioactifs

Le transport des déchets radioactifs est soumis à une **réglementation internationale stricte**. Dans la plupart des cas, ces transports s'effectuent par voie routière ou ferroviaire, dans des emballages étanches, conçus et homologués pour supporter sans dommage des conditions extrêmes telles qu'une collision à grande vitesse, un incendie ou une immersion dans l'eau.

# Les centres de stockage

*En France, il existe trois centres de stockage de surface, exploités et surveillés par l'Andra, pour accueillir la grande majorité des déchets produits chaque année en France : les déchets de très faible activité (TFA) et les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC).*

## ■ Le Centre de stockage de la Manche

Premier centre français de stockage de déchets radioactifs, le Centre de stockage de la Manche (CSM) a été ouvert en 1969.

À l'issue de 25 ans d'exploitation, le centre a été fermé et recouvert de plusieurs couches de matériaux destinés à protéger les ouvrages, notamment contre les eaux de pluie.

Depuis sa fermeture, le centre fait l'objet d'une surveillance régulière, de la part de l'Andra, pour suivre son évolution et contrôler son impact sur l'environnement. L'Andra mène également les travaux nécessaires pour assurer la pérennité de la couverture du centre.

Cette surveillance s'effectuera pendant au moins 300 ans.



**527 225 m<sup>3</sup> de déchets ont été stockés au Centre de stockage de la Manche.**

Au 31 décembre 2010, **72 % du volume de déchets radioactifs produits sont définitivement stockés.**

Les autres sont provisoirement entreposés :

- en attendant d'être stockés dans les centres existants ;
- en attendant la création d'un centre de stockage adapté.



### Des centres sous surveillance

Du fait de leur activité, les centres de stockage rejettent de la radioactivité. Tout est mis en œuvre pour limiter au maximum ces rejets. Qu'ils soient fermés ou en exploitation, les centres font l'objet d'une **surveillance régulière** afin de vérifier que leur impact sur l'environnement et les populations voisines reste toujours largement inférieur à celui de la radioactivité naturelle.

## Le Centre de stockage pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte dans l'Aube

Bénéficiant de toute l'expertise acquise en un quart de siècle au Centre de stockage de la Manche, le Centre de stockage de l'Andra dans l'Aube accueille, depuis 1992, les déchets FMA-VC.

Il s'étend sur 95 hectares dont 30 sont réservés au stockage. Les déchets sont stockés en surface dans des ouvrages en béton armé de 25 m de côté et de 8 mètres de hauteur.

Une fois remplis, les ouvrages sont fermés par une dalle de béton dont l'étanchéité est assurée par un revêtement imperméable.

À la fin de l'exploitation, une couverture, composée notamment d'argile, sera placée sur les ouvrages pour assurer le confinement des déchets à long terme.

**Le Centre de stockage de déchets FMA-VC est conçu pour accueillir 1 million de m<sup>3</sup> de déchets. Fin 2011, 255 140 m<sup>3</sup> de déchets y étaient déjà stockés.**



## Le Centre de stockage pour les déchets de très faible activité dans l'Aube

Du fait du très faible niveau de radioactivité des déchets TFA, la plupart des pays étrangers ont décidé de les gérer comme des déchets « conventionnels ».

La France a décidé de les considérer comme des déchets radioactifs et a conçu un centre de stockage dédié en 2003.

Implanté dans le département de l'Aube, le centre de l'Andra s'étend sur 45 hectares dont 28,5 hectares réservés au stockage. Une fois conditionnés, les lots de déchets sont identifiés et stockés en surface dans des alvéoles de 176 mètres de long et 25 mètres de large, creusées à quelques mètres de profondeur dans une couche argileuse. Une fois remplies, ces alvéoles sont fermées puis recouvertes d'une couverture composée notamment de sable, d'une membrane imperméable et d'argile.

**Le Centre de stockage de déchets TFA est conçu pour accueillir 650 000 m<sup>3</sup> de déchets. Fin 2011, 203 435 m<sup>3</sup> de déchets y étaient déjà stockés.**



**Les centres existants seront-ils suffisants pour les volumes à venir ?**

Non, mais avant d'envisager la création de nouveaux centres de stockage, les efforts seront poursuivis afin de réduire à la source les volumes de déchets à stocker (traitement, compactage, recyclage...). Les possibilités d'extension de capacité des centres existants pourront aussi être examinées.

# Les études pour les déchets à vie longue ou de haute activité

*Moins de 10 % des déchets radioactifs produits en France ont un niveau de radioactivité ou une durée de vie qui ne permet pas de les stocker dans des centres construits en surface. Pour isoler ces déchets sur de très longues périodes de temps, les études sont en cours pour concevoir les centres qui pourraient les accueillir. En fonction de la nature de ces déchets, ces centres doivent être implantés à plusieurs dizaines voire centaines de mètres de profondeur, dans des roches imperméables qui servent de barrière naturelle à très long terme.*

## ■ Les déchets concernés

Les études en cours concernent 3 catégories de déchets :

- **les déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL)** pour lesquels un stockage profond, à 500 m de profondeur, appelé Cigéo (Centre industriel de stockage géologique), est actuellement à l'étude ;
- **les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL)** pour lesquels plusieurs solutions sont à l'étude aujourd'hui.

En attendant la création des centres de stockage dédiés, ces déchets sont entreposés dans des bâtiments spécifiques, le plus souvent sur leur site de production.

**30 %**  
des déchets HA  
et  
**60 %**  
des déchets MA-VL  
destinés à Cigéo sont  
déjà produits  
fin 2010

## ■ Les déchets FA-VL

En 2008, l'Andra a lancé la recherche d'un site susceptible d'accueillir un centre de stockage pour les déchets FA-VL. Quarante communes s'étaient portées candidates. En juin 2009, sur la base d'une analyse menée par l'Andra, le Gouvernement a retenu deux d'entre elles pour y réaliser des investigations approfondies aux plans géologique et environnemental. Sous la pression des opposants, ces deux communes se sont retirées du projet en juillet et en août 2009.

En juin 2010, l'État a fixé de nouvelles orientations pour le projet. Il a demandé à l'Andra de poursuivre les études concernant la connaissance et les modes de gestion envisageables des déchets FA-VL et de remettre au Gouvernement au plus tard fin 2012 un rapport présentant différents scénarios de gestion possibles pour ces déchets.

Parallèlement, le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sûreté nucléaire (HCTISN) a émis des recommandations pour reprendre la démarche de recherche de site (rapport publié en juillet 2011).

### L'argile

En France, le stockage des déchets radioactifs est étudié dans **des roches argileuses** dont les propriétés particulières permettent de **retarder et de limiter**, sur de très longues périodes de temps, **le déplacement des radionucléides** contenus dans les déchets.

## Le stockage profond pour les déchets HA et MA-VL

Depuis le début des années 1990, un centre de stockage réversible profond est à l'étude pour les déchets HA et MA-VL produits par l'ensemble des installations nucléaires actuelles\* et le traitement des combustibles usés utilisés dans les centrales françaises.

S'il est autorisé, ce centre, appelé Cigéo (Centre industriel de stockage géologique), sera implanté à la limite de la Meuse et de la Haute-Marne pour une mise en service à partir de 2025, comme le demande la loi.

### Un projet flexible et réversible

L'inventaire des déchets destinés à Cigéo est fondé sur les choix politiques actuels. Cependant, Cigéo est conçu pour tenir compte de possibles demandes de

stockage d'autres déchets en cas de changements concernant l'industrie électronucléaire (durée d'exploitation des centrales, nouvelles installations, arrêt du traitement des combustibles...) ou pour prendre en compte les avancées des recherches sur le traitement des déchets.

Cigéo est conçu pour être réversible, pendant toute sa durée d'exploitation, c'est-à-dire au moins 100 ans. Cette réversibilité permettra aux générations futures de participer aux décisions sur le devenir du stockage et par exemple de retirer les colis de déchets stockés si un autre mode de gestion était envisagé.

\* Installations actuelles auxquelles s'ajoutent l'EPR de Flamanville en cours de construction et le projet international de réacteur à fusion ITER situé dans le sud de la France.

### Pourquoi le stockage profond ?

Dès 1991, plusieurs voies ont été étudiées pour la gestion des déchets HA et MA-VL. En 2006, après 15 années de recherches, la loi française a retenu le stockage profond, étudié par l'Andra, comme seule solution sûre à long terme qui permet de ne pas reporter la charge de la gestion de ces déchets sur les générations futures. La directive européenne de 2011 sur les déchets radioactifs considère le stockage profond comme la meilleure option pour ce type de déchets.

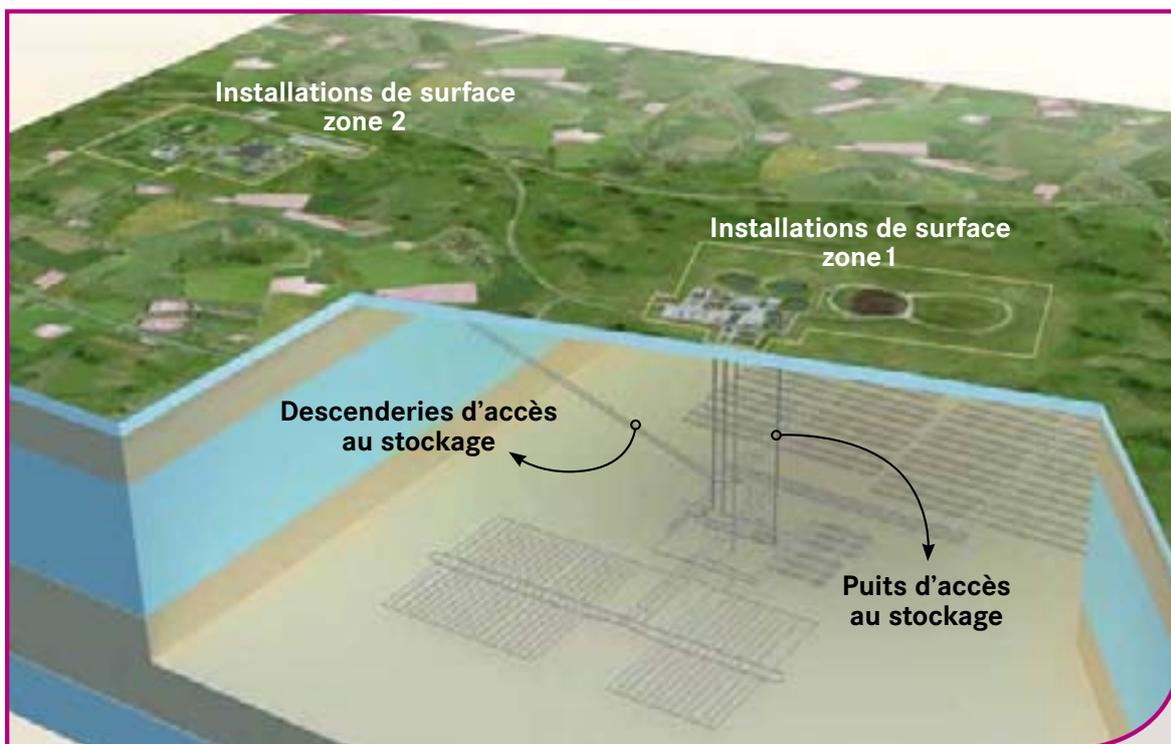


Schéma de principe du stockage profond

# La localisation des déchets

*En France, on compte plus d'un millier de détenteurs de déchets radioactifs, tous secteurs confondus (industrie électronucléaire, recherche, Défense nationale, médecine et industrie classique), répartis sur autant de sites partout en France. Les cartes présentées répertorient les principales implantations.*

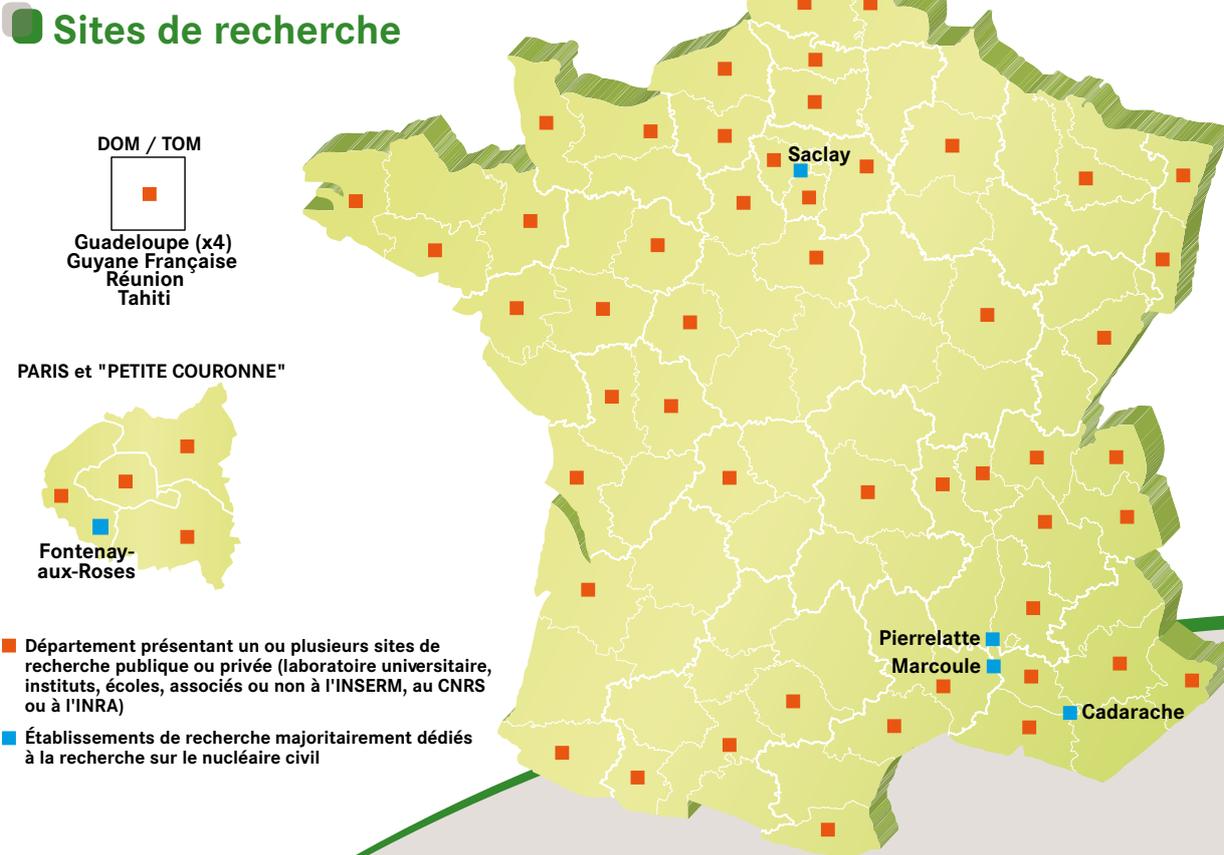
## Centres de stockage et principaux sites d'entreposage



## Sites de l'industrie électronucléaire

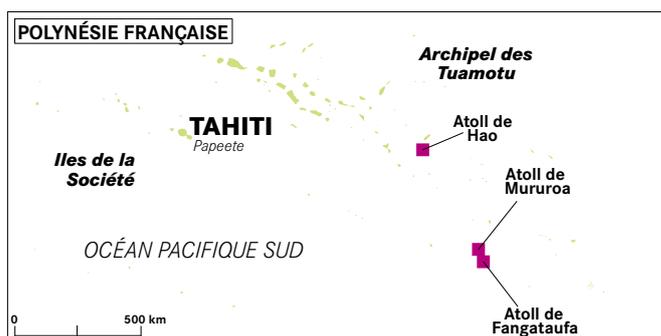


## Sites de recherche

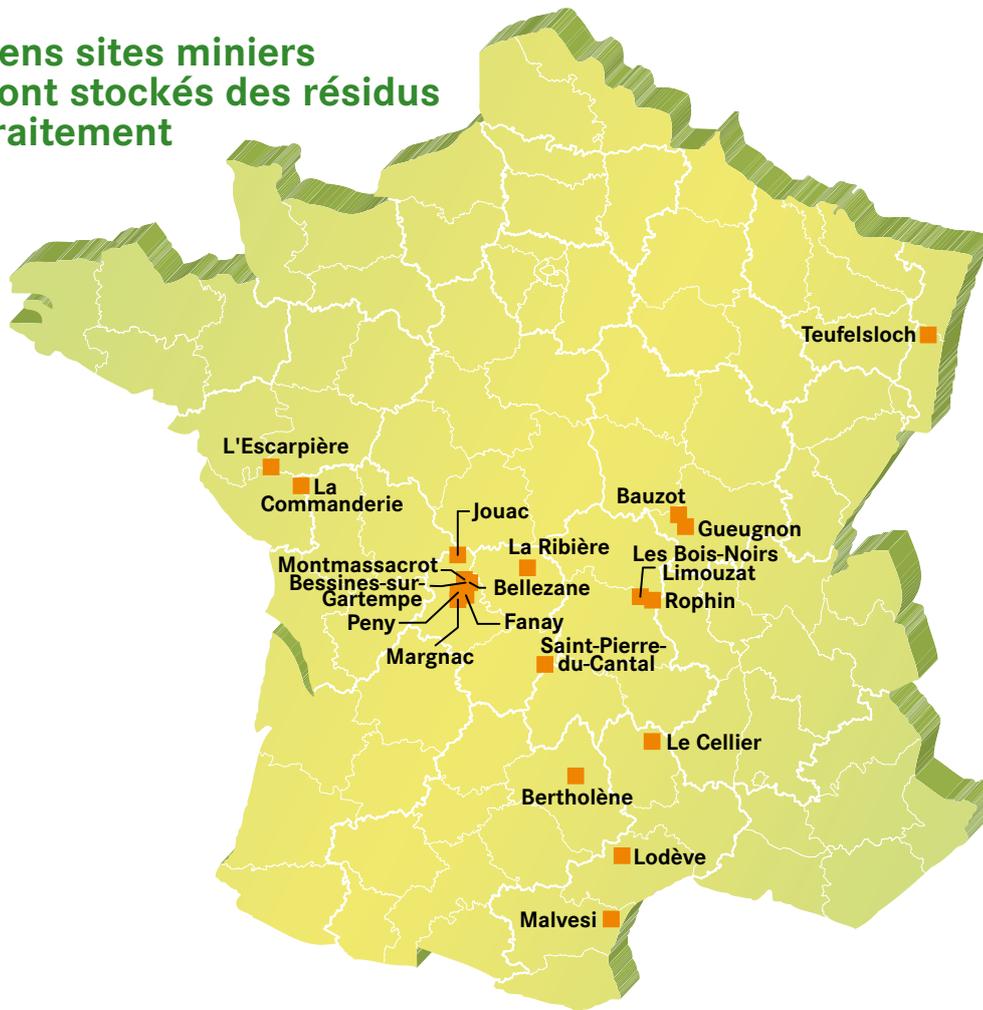


# La localisation des déchets

## ■ Principaux sites de la Défense et liés à la force de dissuasion



**Anciens sites miniers  
où sont stockés des résidus  
de traitement**



**Stockages de déchets à  
« radioactivité naturelle renforcée »  
et stockages historiques**



# Les matières valorisables

*Les matières radioactives sont des substances pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement. Certaines d'entre elles, comme le plutonium, sont déjà réutilisées. D'autres sont entreposées dans l'attente d'une possible valorisation. Ces matières sont recensées dans l'Inventaire national car leur réutilisation pourrait produire des déchets radioactifs. Elles pourraient également, à terme, relever de la catégorie des déchets radioactifs si leur valorisation n'était plus envisagée.*



Yellow cake

## Uranium naturel extrait de la mine

Appelée *yellow cake*, cette poudre jaune est un concentré d'uranium. L'uranium est un métal radioactif naturellement présent dans les roches et extrait de minerais. Aujourd'hui, toutes les mines françaises sont fermées et l'uranium naturel est directement importé de l'étranger.

## Uranium enrichi

L'uranium enrichi est fabriqué à partir de l'uranium naturel, en augmentant sa concentration en uranium 235 afin de servir à la fabrication de combustibles pour les réacteurs des centrales nucléaires.

## Uranium appauvri

L'uranium appauvri en uranium 235 est un résidu obtenu lors du procédé d'enrichissement de l'uranium naturel. Il est transformé en matière solide, chimiquement stable, incombustible, insoluble et non corrosive qui se présente sous la forme d'une poudre noire.

## Uranium issu de combustibles usés après traitement

L'uranium de traitement est récupéré lors du traitement des combustibles usés à l'usine AREVA de La Hague. Il peut servir à la fabrication de nouveaux combustibles.



Entreposage de combustibles usés en piscine de refroidissement

## Combustibles en cours d'utilisation dans les centrales nucléaires et dans les réacteurs de recherche

Il existe à tout moment des stocks de combustibles en cours d'utilisation dans les centrales nucléaires et dans les réacteurs de recherche.

**Et si ces matières n'étaient pas réutilisées ?**

Les détenteurs de ces matières sont tenus dès aujourd'hui d'étudier leur gestion si elles devaient à terme être considérées comme des déchets.

### Combustibles usés en attente de traitement

Les combustibles usés doivent être entreposés dans des piscines de refroidissement avant de pouvoir être traités afin de récupérer l'uranium et le plutonium qu'ils contiennent. Certains combustibles usés ne sont pas traités et sont entreposés dans l'attente d'une future valorisation.

### Plutonium issu des combustibles usés après traitement

Le plutonium est un élément radioactif artificiel généré dans les réacteurs nucléaires. Lors du traitement des combustibles usés, il est récupéré au même titre que l'uranium pour être réutilisé dans la fabrication de combustibles de type MOX.

### Les matières liées au traitement des terres rares

Les terres rares (métaux naturellement présents dans l'écorce terrestre) sont extraites de minerais tels que la monazite et utilisées dans de nombreuses applications (matériel électronique, catalyseurs pour automobiles...).

- Leur traitement concentre un sous-produit, le thorium, métal radioactif entreposé dans l'attente d'une éventuelle utilisation.

- Le traitement de ces terres rares est également à l'origine d'effluents chimiques qui sont ensuite traités pour être neutralisés. On récupère alors des matières en suspension (MES), composées à 25 % de résidus de terres rares qui seront réutilisées.

## Quantités de matières radioactives valorisables (stocks et prévisions)

Matière	2010	2020	2030
Uranium naturel (tML)*	15 913	25 013	28 013
Uranium enrichi (tML)	2 954	2 344	2 764
Uranium appauvri (tML)	271 481	345 275	454 275
Uranium de traitement (tML)	24 100	40 020	40 020
Combustibles en cours d'utilisation (tML)	4 932	5 120	4 320
Combustibles usés (tML)	13 929	15 251	18 362
Plutonium	80	55	53
Thorium (t)	9 407	9 334	9 224
MES (t)	23 454	0	0

\*tML (tonne de métal lourd) : tonne d'uranium et de plutonium contenus dans le combustible avant irradiation.

# Glossaire

<b>B</b> <b>Becquerel</b>	Unité de mesure du niveau de radioactivité. Un becquerel correspond à une désintégration d'atome par seconde.
<b>C</b> <b>Colis</b>	Déchets radioactifs conditionnés et emballés.
<b>Combustibles UOX</b>	Combustibles composés d'oxyde d'uranium.
<b>Combustibles MOX</b>	Combustibles composés d'un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium.
<b>Combustibles RNR</b>	Combustibles des réacteurs à neutrons rapides Phénix et Super Phénix. Ces combustibles peuvent être de type UOX ou MOX.
<b>Combustibles URE</b>	Combustibles composés d'uranium de traitement.
<b>Conditionnement</b>	Opération qui consiste à immobiliser des déchets dans un contenant et le cas échéant grâce à un matériau de blocage.
<b>D</b> <b>Déchets à vie courte</b>	Déchets radioactifs dont la radioactivité provient majoritairement de radionucléides à vie courte, c'est-à-dire dont la période radioactive est inférieure ou égale à 31 ans. Ils peuvent également contenir des radionucléides à vie longue mais en quantité limitée.
<b>Déchets à vie longue</b>	Déchets contenant une quantité importante de radionucléides à vie longue, c'est-à-dire dont la période radioactive est supérieure à 31 ans.
<b>E</b> <b>Entreposage</b>	Opération qui consiste à placer provisoirement des matières ou des déchets radioactifs dans une installation spécialement aménagée à cet effet, dans l'attente de les récupérer.
<b>M</b> <b>MES</b>	Matières en suspension, résidus issus du traitement des terres rares contenant du thorium.
<b>P</b> <b>Période radioactive</b>	Temps au bout duquel la moitié de la quantité d'un même radionucléide aura naturellement disparu par désintégration. Le niveau de radioactivité d'un échantillon d'un même atome est donc divisé par deux. Au bout de 10 périodes, le niveau de radioactivité est divisé par 1 000.
<b>R</b> <b>Radionucléides</b>	Atomes radioactifs qui en se désintégrant émettent des rayonnements à l'origine du phénomène de la radioactivité.
<b>S</b> <b>Source radioactive</b>	Appareil, substance radioactive ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants ou des substances radioactives.
<b>Stockage</b>	Opération consistant à placer des déchets radioactifs dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de manière potentiellement définitive.
<b>T</b> <b>Tonne de métal lourd (tML)</b>	Tonne d'uranium ou de plutonium contenu dans le combustible avant irradiation.
<b>Traitement</b>	Ensemble des opérations mécaniques, physiques ou chimiques ayant pour but de modifier les caractéristiques d'un déchet.



**Crédits photos :** Andra, M. Aubert, P. Bourguignon, M. Bultzer, H. Cazin/Médiathèque EDF, F. Dano, D. Delaporte, P. Demail, V. Duterme, N. Guillaumey, Les Films Roger Leenhardt, P. Maurein, S. Muzerelle, C. Pauquet/Médiathèque EDF, P. Lesage/AREVA, F. Roux, E. Sutre, D. Vogel, G. Wallet.



# 2012

## INVENTAIRE NATIONAL des matières et déchets radioactifs

- Rapport de synthèse
- Inventaire géographique
- Catalogue descriptif des familles
- Résumé

L'ensemble de ces documents est disponible en version multimédia et sur le site Internet de l'Andra [www.andra.fr](http://www.andra.fr)