2009

Inventaire national des matières et déchets radioactifs

En résumé

ANDRA
La maîtrise des déchets radioactifs

L'Inventaire c'est aussi...

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

Le Rapport de synthèse

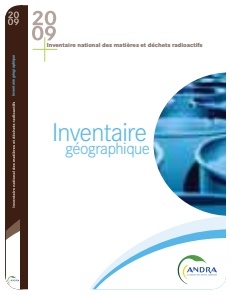
Présentation détaillée de l'ensemble des matières et déchets radioactifs français existants et futurs par filière de gestion, secteur d'activité, secteur économique, propriétaire...

Le Catalogue des familles

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

L'Inventaire géographique

Localisation des déchets radioactifs sur le territoire français.



Retrouvez l'ensemble de ces documents sur www.andra.fr

l'Inventaire national
un outil de référence

Connaître les déchets radioactifs en disposant d'une vision aussi complète et exhaustive que possible de leur nature, de leur quantité et de leur localisation sur le territoire est indispensable pour assurer leur gestion de manière transparente, cohérente et sûre. Depuis de nombreuses années, tous les producteurs de substances radioactives se sont inscrits dans cette démarche.

La loi du 30 décembre 1991 a chargé l'Andra du recensement de l'ensemble des déchets radioactifs présents sur le territoire français, recensement réalisé à partir de sources multiples et en premier lieu des déclarations des producteurs ou des détenteurs de ces déchets.

Au début des années 2000, le Gouvernement décide d'étendre le périmètre de cet inventaire. C'est ainsi que naît, en 2004, la première version de l'*Inventaire national*, véritable outil de référence dans la gestion des déchets radioactifs, réalisé sous la supervision des pouvoirs publics.

La mission d'inventaire confiée à l'Andra a été confirmée par la loi du 28 juin 2006 qui charge l'Agence « *d'établir, de mettre à jour tous les trois ans et de publier l'Inventaire des matières et déchets radioactifs présents en France, ainsi que leur localisation sur le territoire national* ». L'édition 2009 de l'*Inventaire national* présente les déchets existant au 31 décembre 2007 ainsi que des prévisions sur les quantités de déchets pour 2020 et 2030.

L'*Inventaire national* présente aussi les matières radioactives susceptibles d'être recyclées, comptabilisées à part, compte tenu de leur caractère particulier.

Garante de l'information du public sur les déchets et leur gestion, l'Andra a souhaité mettre à la disposition du plus grand nombre une version résumée de l'*Inventaire national* qui se veut la plus accessible possible.
Chaque nouvelle édition évolue en fonction des remarques des lecteurs sur l'édition précédente. Afin de faire encore évoluer l'*Inventaire national*, vous êtes à nouveau cordialement invités à faire part de vos commentaires et suggestions sur le site internet de l'Andra www.andra.fr.

François-Michel GONNOT
Président de l'Andra

Marie-Claude Dupuis
Directrice générale

6-7 Les déchets radioactifs

8-9 Les volumes aujourd'hui et demain

10-11 Classer les déchets pour mieux les gérer

12-15 La localisation géographique des déchets

16-17 Les déchets de très faible activité

18-19 Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte

20-21 Les déchets de faible activité à vie longue

22-23 Les déchets de moyenne activité à vie longue

24-25 Les déchets de haute activité

26-27 Les déchets « historiques »

28-29 Les sites pollués par la radioactivité

30-31 Les objets radioactifs

32-33 Les matières radioactives

les déchets radioactifs

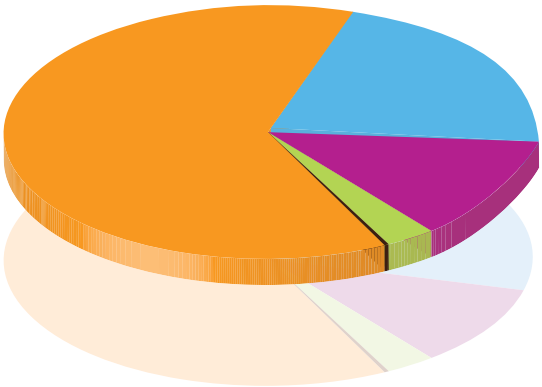
Qu'est-ce qu'un déchet radioactif ?

Toute activité humaine produit des déchets. Certains secteurs utilisent les propriétés de la radioactivité dans leurs activités et produisent alors des déchets qui, pour certains, sont radioactifs. Ces déchets contiennent des substances qui émettent des rayonnements pouvant présenter des risques pour l'Homme et l'environnement. C'est pour cela qu'ils doivent être gérés de manière spécifique.

D'où proviennent-ils ?

En France, la majorité des déchets radioactifs provient de l'industrie électronucléaire et des activités du Commissariat à l'énergie atomique. De nombreux autres secteurs sont également à l'origine de déchets radioactifs comme les industries non-électronucléaires qui utilisent des matériaux naturellement radioactifs, la recherche en chimie, en biologie (études des cellules), en géologie, l'archéologie (datation), la médecine (diagnostic et traitement des cancers), la Défense ou encore la conservation des aliments, le contrôle des soudures en métallurgie, la stérilisation du matériel médical ou la détection des incendies.

Estimation de la répartition des déchets radioactifs existant à fin 2007 par secteur économique en France, en volume



Industrie électronucléaire	62 %
Recherche	17 %
Défense	17 %
Industrie non électronucléaire	3 %
Médical	1 %

Des déchets variés

On distingue cinq catégories (ou filières de gestion) 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)

Les déchets radioactifs sont très variés. Leurs caractéristiques diffèrent d'un déchet à l'autre : nature physique et chimique, niveau et type de radioactivité... Afin de les prendre en charge et de concevoir des centres de stockage adaptés à leur dangerosité et à l'évolution de cette dangerosité dans le temps, les déchets sont classés par catégorie. En France, cette classification des déchets radioactifs repose sur de nombreux paramètres dont notamment :

leur niveau de radioactivité : il s'exprime généralement en Becquerels (Bq) par gramme. Également appelé activité, le niveau de radioactivité correspond à la quantité de rayonnements émis par les radionucléides (atomes radioactifs) contenus dans les déchets.

leur durée de vie qui dépend de la **période radioactive** propre à chaque radionucléide qu'ils contiennent. Cette période s'exprime en années, jours, minutes ou secondes. Elle correspond au temps au bout duquel l'activité initiale d'une quantité d'un même radionucléide est divisée par deux. On distingue les déchets dont les principaux radionucléides ont une période courte (≤ 31 ans) et ceux de période longue (> 31 ans)*.

D'autres critères (composition chimique par exemple) peuvent avoir un impact sur la classification d'un déchet.

*La limite de 31 ans a été déterminée par la période radioactive du césium 137 (30,05 ans). Il s'agit d'un produit de fission facilement mesurable, représentatif de l'ensemble des produits de fission contenus dans les déchets radioactifs.

Une gestion maîtrisée

Comme de nombreux pays, la France a fait le choix du stockage comme solution de gestion à long terme des déchets radioactifs. En France, c'est l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) qui est chargée de concevoir et d'exploiter les centres de stockage. Ces centres sont conçus pour permettre de confiner durablement les substances contenues dans les déchets le temps nécessaire à leur décroissance radioactive. Il existe aujourd'hui des centres de stockage de surface pour les déchets TFA et FMA-VC, qui représentent près de 90 % du volume de l'ensemble des déchets radioactifs français. Pour les autres types de déchets (FA-VL, MA-VL et HA), les centres de stockage adaptés sont actuellement à l'étude. En attendant, les déchets sont entreposés dans des installations spécifiques.

Le conditionnement

Pour être accueillis dans un entreposage ou dans un stockage, les déchets radioactifs doivent répondre à des critères techniques définis par l'Andra. Une fois produits, ils sont traités (compactage, incinération, évaporation...) notamment afin de réduire leur volume et/ou de stabiliser les produits chimiques qu'ils contiennent.

Après traitement, les déchets sont conditionnés c'est-à-dire qu'ils sont la plupart du temps enrobés dans un matériau solide et stable puis généralement placés dans des conteneurs en métal ou en béton. L'ensemble déchet-enrobage-conteneur compose ce que l'on appelle communément le colis de déchets. Les grands producteurs de déchets (EDF, AREVA, CEA) sont eux-mêmes chargés du conditionnement de leurs déchets. Chaque producteur reste propriétaire de ses déchets même après leur prise en charge par l'Andra.

Le transport

L'acheminement des colis de déchets radioactifs est réalisé par voie ferroviaire ou routière au moyen d'emballages répondant à des exigences réglementaires strictes concernant le transport des matières dangereuses.

À chacun ses déchets

La loi française interdit le stockage en France de déchets radioactifs étrangers.

La sûreté d'un stockage repose sur plusieurs composantes combinées selon la nature des déchets :

- le colis qui contient les déchets
- l'ouvrage de stockage dans lequel sont placés les colis
- la géologie du site qui constitue une barrière naturelle pérenne à très long terme

Big-bag de déchets TFA

Fût bétonné de déchets FMA-VC

Fûts de déchets radifères constituant une part des déchets FA-VL

Fût de déchets HA vitrifiés

Coques et embouts de combustibles nucléaires constituant une part des déchets MA-VL

les volumes aujourd'hui et demain

À la fin de l'année 2007, il existe en France environ 1 153 000 m³ de déchets radioactifs.

Dans l'*Inventaire national* les quantités de déchets radioactifs sont présentées en mètres cubes équivalent conditionné (m³) c'est-à-dire en volume que représente chaque déchet une fois conditionné.

Aujourd'hui

Ces volumes correspondent aux déchets existant au 31 décembre 2007.

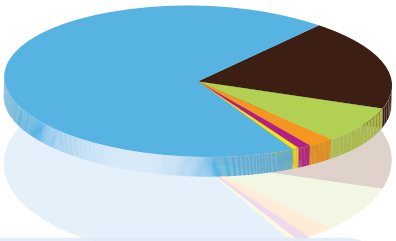
Volumes des déchets radioactifs, entreposés ou stockés, à fin 2007, en m³ équivalent conditionné

	Volumes (m³)
TFA	231 688 (dont 89 331 stockés)
FMA-VC	792 695 (dont 735 278 stockés)
FA-VL	82 536
MA-VL	41 757
HA	2 293 (dont 74 de combustibles usés)
Filière de gestion à définir*	1 564
Total	**1 152 533** (dont 824 609 m³ stockés)

*Les déchets identifiés dans la catégorie « filière de gestion à définir » sont ceux que les producteurs déclarent sans les attribuer à une des filières de gestion existantes ou à l'étude. Soit parce qu'ils se présentent sous une forme chimique et physique qui ne permet pas aujourd'hui de les associer à une de ces filières, soit parce qu'aucun mode de traitement n'est envisagé pour le moment.

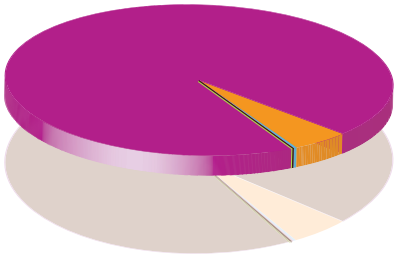
Répartition, à fin 2007, du volume par type de déchets radioactifs produits en France

FMA-VC	68,8 %	HA	0,2 %
TFA	20,1 %	MA-VL	3,6 %
FA-VL	7,2 %	non définis	0,1 %



Répartition, à fin 2007, du niveau de radioactivité par type de déchets radioactifs produits en France

HA	94,98 %	TFA	0,000 003 %
MA-VL	4,98 %	FA-VL	< 0,009 %
FMA-VC	< 0,03 %		



Le recensement des déchets radioactifs par l'Andra se fait sur la base des déclarations de chaque producteur et de chaque détenteur de déchets radioactifs (nature, mode de conditionnement, quantité...).
En France, on en compte environ un millier tous secteurs confondus (EDF, AREVA, CEA civil et militaire, laboratoires de recherche, hôpitaux, industries...).

Et demain ?

Les prévisions, fondées sur des hypothèses et des scénarios pour les besoins futurs en énergie, correspondent aux volumes de déchets radioactifs qui seront produits d'ici 2020 et 2030. Elles s'appuient notamment sur l'hypothèse d'une poursuite de la production électronucléaire et sur des hypothèses spécifiques à chaque secteur d'activité à l'origine de la production des déchets.

Quantités prévisionnelles des stocks de déchets radioactifs à fin 2020 et 2030 tous secteurs d'activité confondus

	Volumes 2020 stockés ou entreposés	Volumes 2030 stockés ou entreposés
TFA	629 217	869 311
FMA-VC	1 009 675	1 174 193
FA-VL	114 592	151 876
MA-VL	46 979	51 009
HA	3 679 dont 74 de combustibles usés	5 060 dont 74 de combustibles usés
Total	1 804 142	2 251 449

Les évolutions depuis l'édition 2006 de l'*Inventaire national*

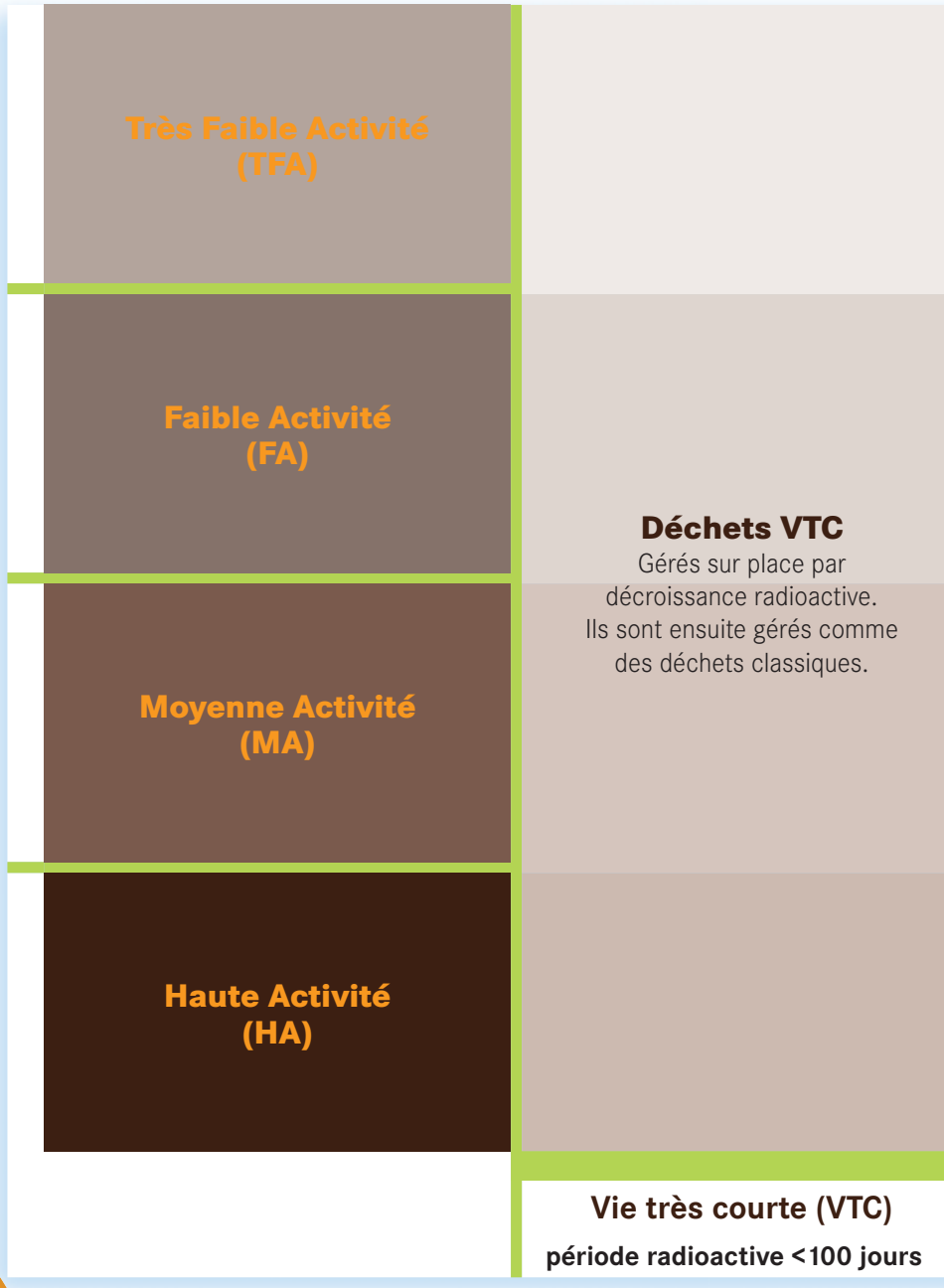
L'évolution des volumes de déchets radioactifs par rapport aux volumes présentés dans l'édition 2006 s'explique bien évidemment par l'ajout des volumes produits au cours des années 2005, 2006 et 2007.
Toutefois, on constate, pour certaines catégories de déchets, une réduction des stocks par rapport aux stocks présentés en 2006, malgré trois années de production supplémentaires. C'est le cas pour les déchets de type FMA-VC et MA-VL, du fait notamment de l'évolution des modes de conditionnement permettant une réduction des volumes ou encore d'un changement de classification de certains déchets.

Les volumes pris en compte pour concevoir les centres de stockage

Connaître les quantités et les volumes de déchets radioactifs est essentiel pour dimensionner au mieux les installations d'entreposage et de stockage de ces déchets.
Pour cela, l'Andra élabore en collaboration avec les producteurs de déchets des modèles d'inventaire de dimensionnement qui comprennent notamment, en termes de volume, les marges nécessaires à la conception des centres de stockage en fonction des évolutions techniques.

classer les déchets pour mieux les gérer

Classification des déchets radioactifs français



Le stockage en chiffres

Fin 2007, plus de 70 % des déchets radioactifs produits sont définitivement stockés.

11 % sont actuellement entreposés en attente de la création d'un stockage adapté.

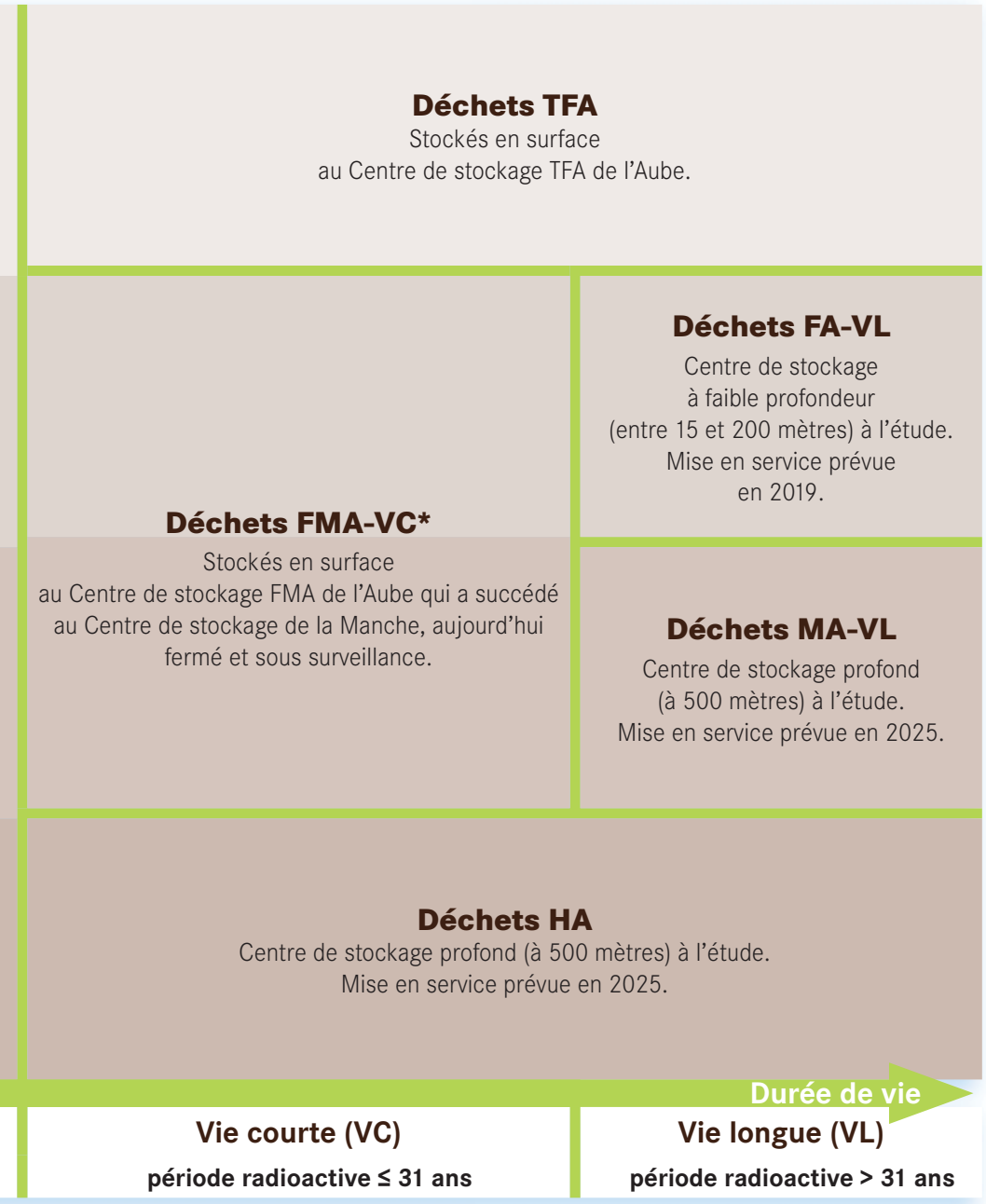
Les déchets à vie très courte (VTC)

Il s'agit principalement de déchets hospitaliers contenant 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 leur décroissance radioactive. Ils sont ensuite éliminés dans des filières de déchets classiques.

*** Certains déchets contenant une quantité trop importante de afin de permettre la décroissance de ce tritium dont la période**

Pour chaque centre de stockage, l'Andra élabore un ensemble de critères techniques auquel les colis de déchets doivent répondre afin de pouvoir y être acceptés. Lorsqu'un déchet radioactif est produit, son attribution à une catégorie de déchets se fait en fonction de ces différents critères et non uniquement en fonction de la durée de vie ou du niveau de radioactivité des substances qu'il contient. Les déchets sont ainsi classés en fonction de la filière, du conditionnement et du stockage auxquels ils correspondent.

en fonction de leur mode de gestion



La radioactivité : un phénomène qui décroît

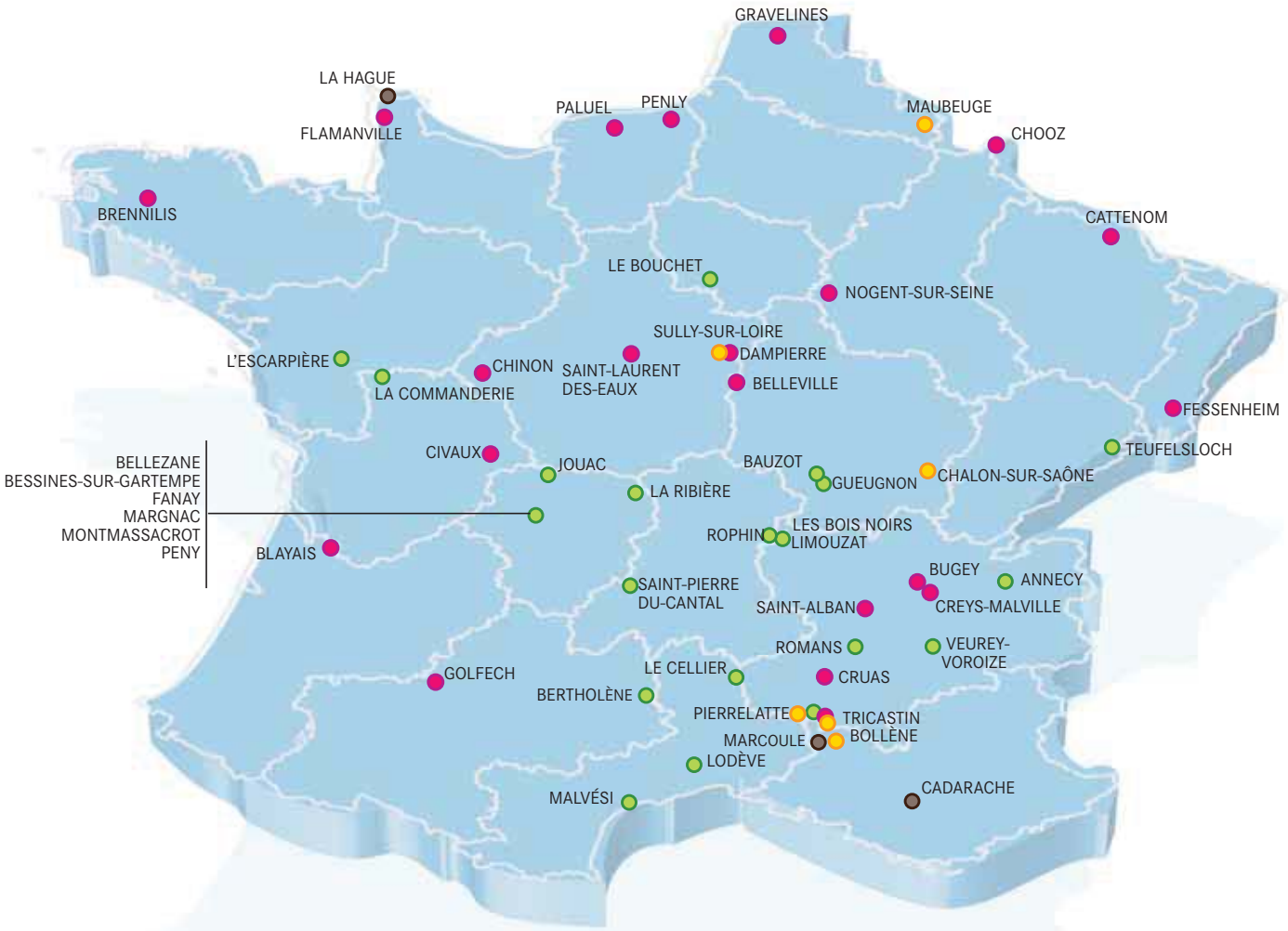
Du fait de la décroissance radioactive, on considère que les déchets à vie courte ne présentent généralement plus de risque au bout de 10 périodes radioactives soit environ 300 ans.

tritium (hydrogène radioactif) doivent être entreposés avant stockage radioactive est d'environ 12 ans.

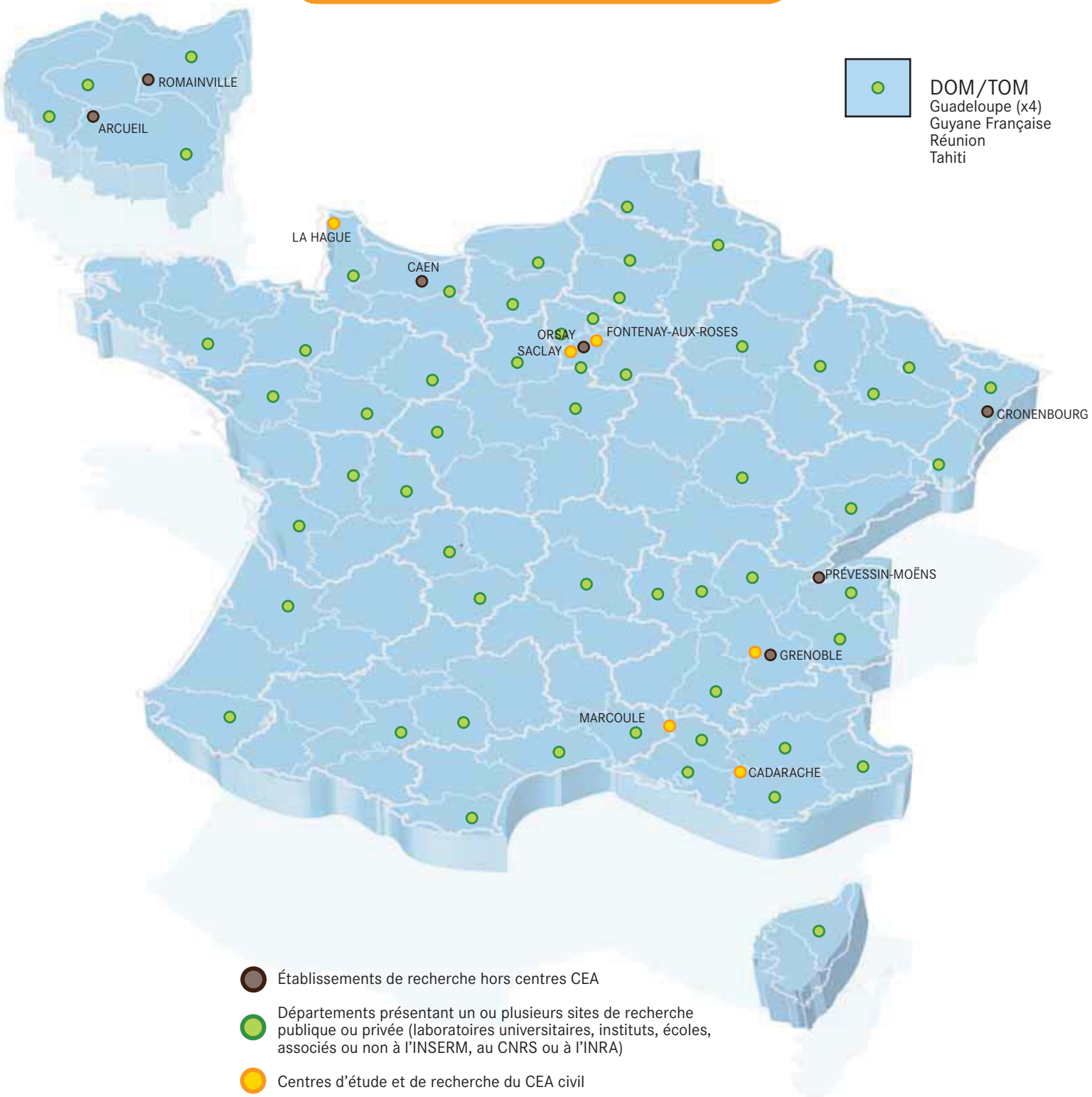
la localisation géographique des déchets

Fin 2007, on recense **1 121 sites** sur lesquels on trouve des déchets radioactifs. **Plus de 90 %** de la radioactivité de ces déchets est concentrée sur les sites de **La Hague** dans la Manche et de **Marcoule** dans le Gard.

Principaux sites de production électronucléaire



Principaux sites de Recherche



la localisation géographique des déchets

Principaux sites de la Défense et de la force de dissuasion

Principaux établissements de la Défense : Délégation générale de l'armement, Service de santé des armées, armée

Centres d'étude, de production ou d'expérimentation travaillant pour la force de dissuasion

Principaux sites d'entreposage et de stockage

- Stockages Andra
- Stockages historiques (voir p.26/27)
- Entreposages

Nombre de sites identifiés par secteur d'activité :

Amont du cycle du combustible : **31**
Centrales nucléaires de production d'électricité : **26**
Aval du cycle du combustible : **4**
Établissements de traitement des déchets ou de maintenance : **8**
Centres d'études et de recherche du CEA civil : **13**
Établissements de recherche (hors CEA) : **569**
Activités médicales : **264**
Activités industrielles diverses : **42**
Industries non nucléaires utilisant des matériaux naturellement radioactifs : **14**
Centres d'études, de production et d'expérimentation de la force de dissuasion : **11**
Établissements de la Défense : **106**
Entreposages et stockages : **33**

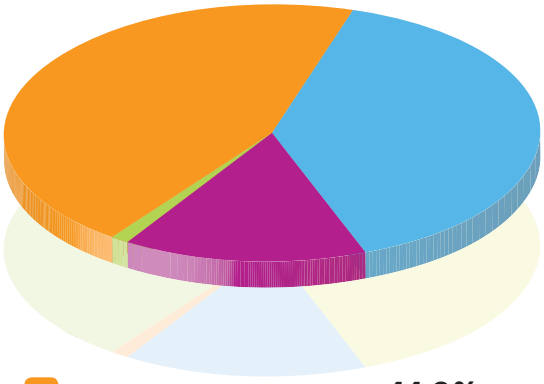
les déchets de très faible (TFA) activité

Qu'est-ce qu'un déchet TFA ?

Les déchets de très faible activité proviennent pour l'essentiel du démantèlement des installations nucléaires ou d'industries classiques (chimie, métallurgie, production d'énergie...) utilisant des matériaux naturellement radioactifs. Ils sont également issus de l'assainissement et de la réhabilitation d'anciens sites pollués par la radioactivité. Environ 50 % de ces déchets sont des « déchets industriels banals » (ferrailles, plastiques), 40 % des déchets inertes (bétons, briques, terre, gravats...) et 10 % des « déchets spéciaux » constitués de matières telles que des boues et, le cas échéant, de pulvérulents (cendres...). Les déchets TFA ont un niveau de radioactivité très proche de la radioactivité naturelle (entre 1 et 100 Bq/g). Ils contiennent des radionucléides à vie courte et/ou à vie longue. Ces déchets sont pris en charge au Centre de stockage TFA de l'Andra dans l'Aube.

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

Répartition en volume des déchets TFA par secteur économique à fin 2007



Industrie électronucléaire	**44,8 %**
Recherche	**39,5 %**
Défense	**14,7 %**
Industrie non électronucléaire	**1,0 %**

Vue aérienne du Centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA)

Au 31 décembre 2007, il existe **231 688 m³** de déchets TFA. L'*Inventaire national* prévoit un stock de **629 217 m³** de déchets TFA en 2020 et **869 311 m³** en 2030.

Traitement et conditionnement

Avant d'être stockée, une partie des déchets TFA fait l'objet d'un traitement spécifique. Les déchets plastiques et les déchets métalliques sont compactés pour réduire leur volume. Les déchets liquides tels que les eaux polluées ou les boues, sont quant à eux solidifiés puis stabilisés.
Compte tenu de la nature de ces déchets et de leur faible radioactivité, ils sont conditionnés dans des fûts métalliques ou encore des big-bags, essentiellement afin de faciliter leur manutention.

Déchets TFA conditionnés en big-bag

Mode de gestion

Depuis 2003, les déchets TFA sont stockés au Centre de stockage TFA de l'Andra (CSTFA), premier centre de stockage au monde pour ce type de déchets. Situé dans le département de l'Aube, il est conçu pour accueillir 650 000 m³ de déchets. Une fois conditionnés, les lots de déchets sont identifiés et disposés en couches horizontales successives (une dizaine en moyenne) dans des alvéoles creusées à quelques mètres de profondeur dans une roche argileuse. Lorsque l'alvéole est remplie, celle-ci est définitivement fermée, puis recouverte d'une couche d'argile compactée pour lui redonner son imperméabilité d'origine. Afin d'optimiser les ressources de stockage et de réduire les volumes à stocker, les producteurs de déchets doivent s'employer à optimiser le traitement et le conditionnement de leurs déchets.

Fin 2007, 89 331 m³ de déchets TFA sont déjà stockés au CSTFA.

Alvéole de stockage de déchets TFA

Les déchets TFA existant à fin 2007 :

20,1 % du volume total des déchets radioactifs français

0,000 003 % de la radioactivité totale des déchets radioactifs français

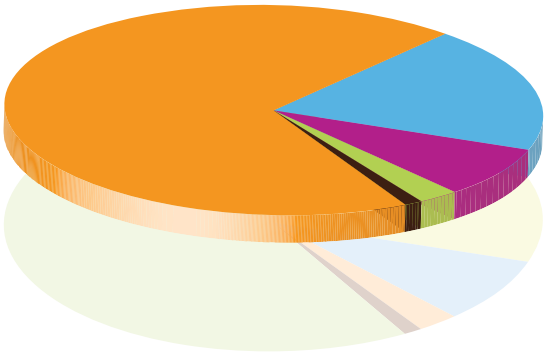
les déchets de faible et moyenne (FMA-VC) activité à vie courte

Qu'est-ce qu'un déchet FMA-VC ?

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte sont essentiellement issus de l'industrie électronucléaire et des activités du Commissariat à l'énergie atomique. Ces déchets sont également constitués de déchets issus de laboratoires de recherche, d'hôpitaux, d'universités...
Ils peuvent également provenir d'opérations d'assainissement et de démantèlement. Il s'agit essentiellement de déchets liés à la maintenance (vêtements, outils, gants, filtres...) et au fonctionnement des installations nucléaires (traitements d'effluents liquides ou gazeux). Ces déchets contiennent des radionucléides à vie courte (cobalt 60, césium 137) et peuvent contenir, dans des proportions strictement limitées, des radionucléides à vie longue. Ces déchets sont pris en charge au Centre de stockage FMA de l'Andra dans l'Aube.

Déchets technologiques FMA-VC (papiers, vinyles, cotons...) avant leur conditionnement

Répartition en volume des déchets FMA-VC par secteur économique à fin 2007



Industrie électronucléaire	**69,4 %**
Recherche	**19,1 %**
Défense	**8,1 %**
Industrie non électronucléaire	**2,4 %**
Médical	**1 %**

Stockage de colis FMA-VC dans une alvéole du Centre de stockage pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (CSFMA)

Traitement et conditionnement

Avant leur stockage, les déchets FMA-VC peuvent être compactés pour réduire leur volume ou solidifiés s'ils sont liquides. 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 ainsi composé de 15 à 20 % de déchets radioactifs et de 80 à 85 % d'enrobage.

Au 31 décembre 2007, il existe **792 695 m³** de déchets FMA-VC. L'*Inventaire national* prévoit un stock de **1 009 675 m³** de déchets FMA-VC en 2020 et **1 174 193 m³** en 2030.

Compactage d'un fût de déchets FMA-VC

Vue aérienne du centre de stockage pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (CSFMA)

Le CSFMA succède au Centre de stockage de la Manche (CSM). Premier centre de stockage français, il a accueilli, de 1969 à 1994, 527 225 m³ de déchets. Aujourd'hui, ce centre est fermé et fait l'objet d'une surveillance régulière

Mode de gestion

Depuis 1992, les déchets FMA-VC sont stockés au Centre de stockage pour les déchets de faible et moyenne activité (CSFMA) de l'Andra. Situé dans l'aube, il a été conçu pour accueillir 1 000 000 m³ de déchets. Les déchets sont stockés en surface dans des alvéoles, ouvrages en béton armé de 25 mètres de côté et de 8 mètres de hauteur. Une fois remplies, ces alvéoles sont fermées par une dalle de béton dont l'étanchéité est assurée par un revêtement imperméable. Enfin, une couverture argileuse définitive de plusieurs mètres d'épaisseur sera placée sur les alvéoles pour assurer le confinement des déchets à long terme.
Certains déchets FMA-VC ne peuvent être acceptés en l'état au CSFMA et sont entreposés chez les producteurs. Il s'agit en particulier de déchets fortement tritiés.

Fin 2007, 208 053 m³ de déchets FMA-VC sont déjà stockés au CSFMA. Par ailleurs, 527 225 m³ de déchets FMA ont été stockés au CSM avant sa fermeture.

Les déchets FMA-VC existant à fin 2007 :

68,8 % du volume total des déchets radioactifs français

< 0,03 % de la radioactivité totale des déchets radioactifs français

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

Qu'est-ce qu'un déchet FA-VL ?

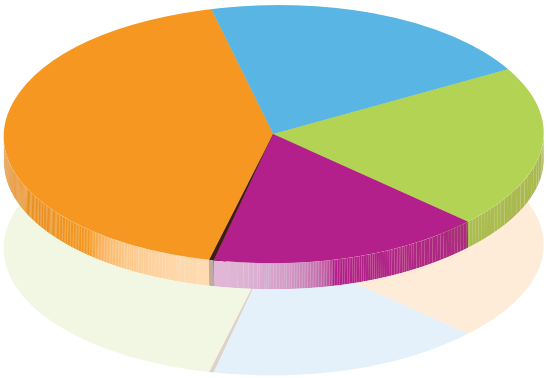
Les déchets de faible activité à vie longue sont principalement des déchets dits « radifères », qui doivent leur nom au radium qu'ils contiennent et des déchets dits « de graphite » qui contiennent du graphite, minéral correspondant à une variété très pure de carbone. Les déchets radifères proviennent du traitement de différents minéraux utilisés, par exemple, dans la métallurgie fine. Les déchets de graphite sont produits lors du démantèlement des réacteurs nucléaires de première génération (uranium naturel graphite gaz), aujourd'hui arrêtés. D'autres déchets FA-VL existent tels que d'anciens objets radioactifs (fontaines au radium...), certaines sources scellées usagées (paratonnerres, détecteurs d'incendie...) ou encore certains déchets bitumés. Pour l'essentiel de ces déchets, leur production s'est arrêtée ou doit s'arrêter. Les déchets FA-VL contiennent essentiellement des radionucléides à vie longue. Le stockage de ce type de déchets est actuellement à l'étude.

Chemise de graphite entourant les combustibles utilisés dans les premières générations de réacteurs nucléaires

Tête de paratonnerre radioactif

Détecteur d'incendie radioactif

Répartition en volume des déchets FA-VL par secteur économique à fin 2007



Industrie électronucléaire	**42,6 %**
Recherche	**20,5 %**
Industrie non électronucléaire	**20,4 %**
Défense	**16,5 %**
Médical	**0,03 %**

Traitement et conditionnement

Le conditionnement des déchets FA-VL fait l'objet d'études depuis plusieurs années et évolue progressivement. Au stade actuel, on considère que les déchets de graphite doivent être placés dans un panier métallique, introduit dans un conteneur en béton. Du ciment serait ensuite injecté dans le conteneur rempli et le tout fermé par un couvercle en béton. Certains déchets radifères sont, quant à eux, déjà conditionnés dans des fûts métalliques. Pour faciliter la manutention de ces colis, il peut être envisagé de les regrouper dans des conteneurs métalliques. Les autres déchets radifères aujourd'hui en vrac dans les entrepôts seraient conditionnés directement dans des conteneurs métalliques.

Au 31 décembre 2007, il existe **82 536 m³** de déchets FA-VL. L'*Inventaire national* prévoit un stock de **114 592 m³** de déchets FA-VL en 2020 et de **151 876 m³** en 2030.

Déchets radifères conditionnés en fûts

Mode de gestion

Dans le cadre de l'article 4 de la loi de programme du 28 juin 2006, l'Andra étudie un concept de centre de stockage à faible profondeur, entre 15 et 200 m, pour ces déchets. Les études sont menées en vue de la mise en service du centre à l'horizon 2019, sous réserve de son autorisation par le Gouvernement.

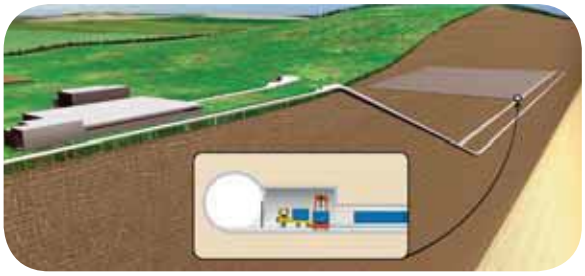
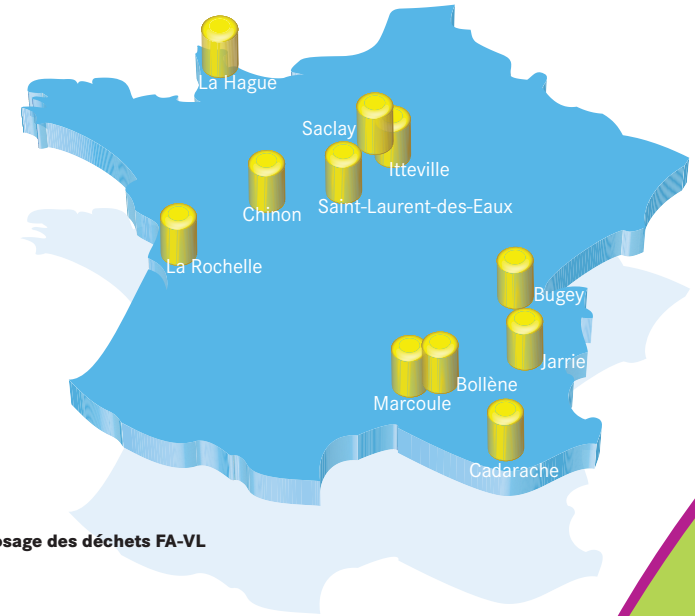


Schéma de principe d'un des concepts de stockage FA-VL actuellement à l'étude

Entreposage des déchets FA-VL

Dans l'attente de la création d'un centre de stockage adapté, les déchets FA-VL déjà produits sont entreposés sur leurs sites de production ou sur des sites ayant accueilli des activités utilisant historiquement la radioactivité.



Entreposage des déchets FA-VL

Les déchets FA-VL existant à fin 2007 :

7,2 % du volume total des déchets radioactifs français

< 0,009 % de la radioactivité totale des déchets radioactifs français

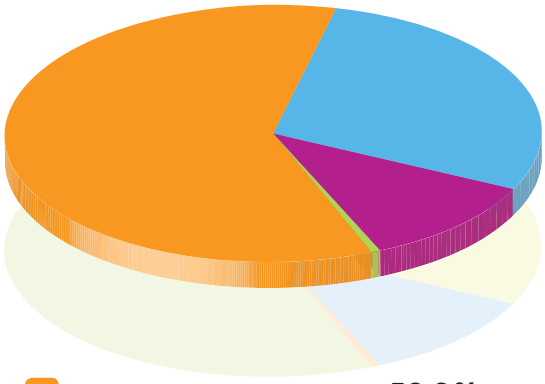
les déchets de moyenne activité (MA-VL) à vie longue

Qu'est-ce qu'un déchet MA-VL ?

Les combustibles utilisés pour faire fonctionner les réacteurs nucléaires actuels sont composés d'un assemblage d'uranium parfois associé à du plutonium. Au fil du temps, ces combustibles deviennent moins performants. Ils sont alors recyclés, principalement à l'usine d'AREVA de La Hague. Les structures métalliques entourant ces combustibles sont cisaillées en petits tronçons afin de séparer l'uranium et le plutonium des résidus non réutilisables.
Les déchets de moyenne activité à vie longue sont majoritairement constitués par ces débris métalliques (gaines, coques, embouts). Ils correspondent aussi aux résidus (déchets issus du traitement des effluents, équipements...) liés au fonctionnement ou à la maintenance d'installations nucléaires.
Le stockage de ce type de déchets est actuellement à l'étude.

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

Répartition en volume des déchets MA-VL par secteur économique à fin 2007



Industrie électronucléaire	**59,9 %**
Recherche	**28,6 %**
Défense	**11,2 %**
Industrie non électronucléaire	**0,3 %**

Traitement et conditionnement

Afin de réduire leur volume, une part importante des déchets MA-VL solides est compactée sous forme de galettes qui sont ensuite introduites dans des colis en béton ou en métal. Pour faciliter les opérations de manutention, de transport, d'entreposage et de stockage, ces colis de déchets sont regroupés par lots de quatre dans des conteneurs de stockage en béton.

Colis métallique contenant plusieurs galettes de déchets MA-VL

Conteneur de stockage MA-VL

Au 31 décembre 2007, il existe **41 757 m³** de déchets MA-VL. L'*Inventaire national* prévoit un stock de **46 979 m³** de déchets MA-VL en 2020 et de **51 009 m³** en 2030.

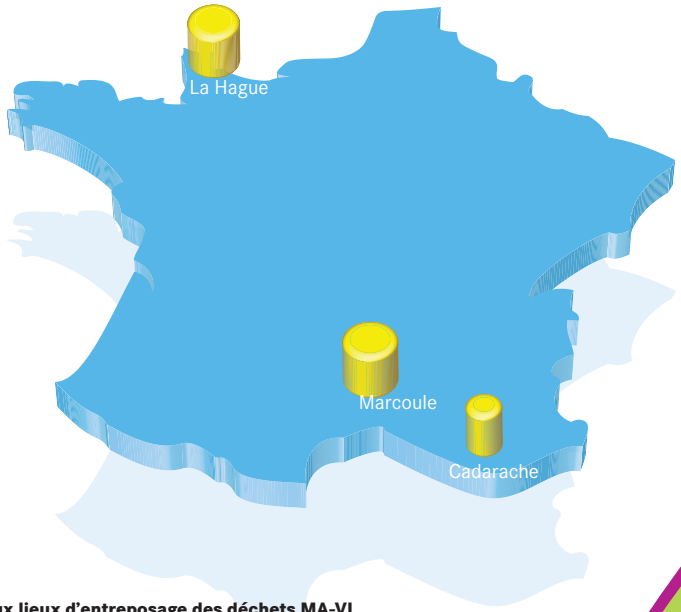
Mode de gestion

Dans le cadre de l'article 3 de la loi de programme du 28 juin 2006, l'Andra étudie, comme pour les déchets HA, un concept de stockage à environ 500 mètres de profondeur pour ces déchets. Les études doivent être menées en vue de la mise en service du centre de stockage à l'horizon 2025 en Meuse/Haute-Marne, sous réserve de son autorisation par le Gouvernement, après un débat public.

Schéma de principe du stockage profond

Entreposage des déchets MA-VL

Dans l'attente de la mise en service du centre de stockage profond, les colis MA-VL sont entreposés sur leurs sites de production, pour l'essentiel sur les sites de La Hague (AREVA), de Marcoule (CEA) et de Cadarache (CEA).



Principaux lieux d'entreposage des déchets MA-VL

Les déchets MA-VL existant à fin 2007 :

3,6 % du volume total des déchets radioactifs français

4,98 % de la radioactivité totale des déchets radioactifs français

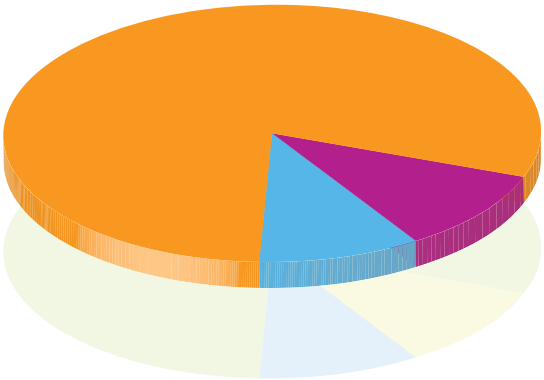
les déchets de haute (HA) activité

Qu'est-ce qu'un déchet HA ?

Lors de leur recyclage, les combustibles nucléaires usés sont introduits dans une solution chimique qui permet de séparer l'uranium et le plutonium des résidus non réutilisables. Ces résidus, hautement radioactifs, constituent les déchets de haute activité. Ils représentent 3 à 5 % du combustible usé et sont composés de produits de fission (césium 134 et 137, strontium 90), de produits d'activation (cobalt 60) et d'actinides mineurs (curium 244 et americium 241). En raison de leur radioactivité élevée, certains de ces déchets dégagent de la chaleur. Le stockage de ce type de déchets est actuellement à l'étude.

Assemblage de combustible utilisé dans les réacteurs nucléaires

Répartition en volume des déchets HA par secteur économique à fin 2007



Industrie électronucléaire	**80,1 %**
Défense	**10,3 %**
Recherche	**9,6 %**

Traitement et conditionnement

Les déchets HA sont entreposés dans des cuves avant d'être calcinés sous forme de poudre puis incorporés à une pâte de verre en fusion. Le mélange est coulé dans un colis en inox. La capacité de confinement de ce verre spécial est particulièrement élevée et durable. Un colis de déchets HA contient environ 400 kg de verre pour 11 kg de déchets. Pour faciliter les opérations de manutention, de transport, d'entreposage et de stockage, chaque colis est ensuite placé dans un conteneur en acier.

Pâte de verre en fusion

Colis métallique de déchets HA vitrifiés

Au 31 décembre 2007, il existe **2 293 m³** de déchets HA dont 74 m³ de combustibles usés issus de la recherche et de la Défense nationale. L'*Inventaire national* prévoit un stock de **3 679 m³** de déchets HA en 2020 et **5 060 m³** en 2030.

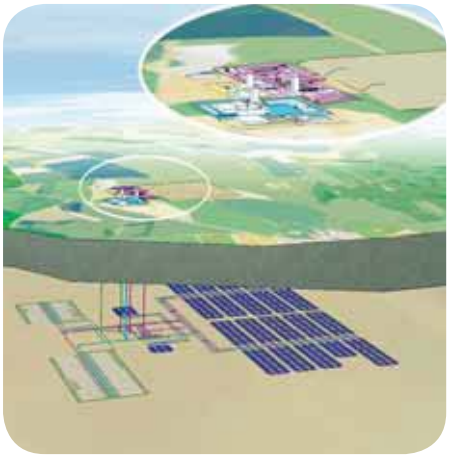


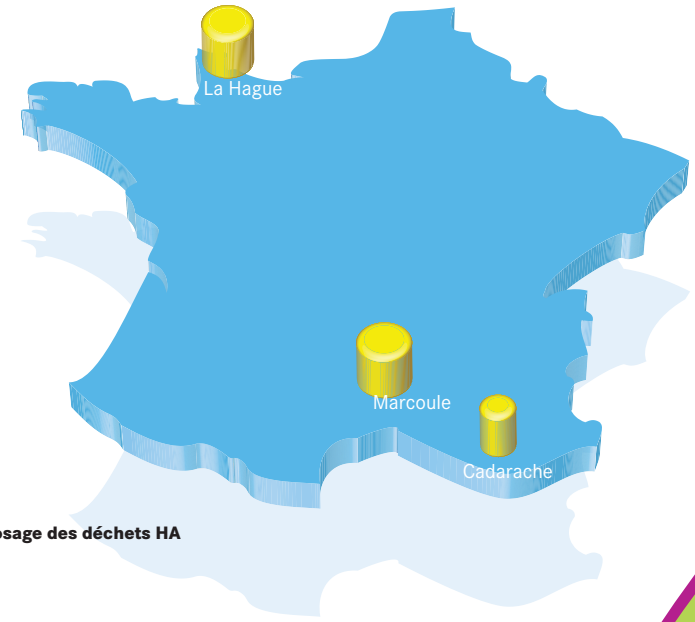
Schéma de principe du stockage profond

Mode de gestion

Dans le cadre de l'article 3 de la loi de programme du 28 juin 2006, l'Andra étudie, comme pour les déchets MA-VL, un concept de stockage à environ 500 mètres de profondeur pour ces déchets. Les études sont menées en vue de la mise en service du centre de stockage à l'horizon 2025, en Meuse/Haute-Marne, sous réserve de son autorisation par le Gouvernement, après un débat public.

Entreposage des déchets HA

Dans l'attente de la mise en service du centre de stockage profond, les déchets HA sont entreposés sur leurs sites de production, à La Hague (AREVA), à Marcoule (CEA) et à Cadarache (CEA).



Entreposage des déchets HA

Entreposage des déchets HA dans des puits ventilés sur le site d'AREVA à La Hague (50)

Les déchets HA existant à fin 2007 :

0,2% du volume total des déchets radioactifs français

94,98% de la radioactivité totale des déchets radioactifs français

les déchets « historiques »

Certains déchets radioactifs, ayant par exemple bénéficié des modes de gestion pratiqués à l'époque à laquelle ils ont été produits, ne seront pas pris en charge dans les centres de stockage tels que nous les connaissons aujourd'hui.
À ce titre, ils sont identifiés dans l'*Inventaire national* mais ne sont pas pris en compte dans les bilans présentant les volumes de déchets.
Il existe trois types de déchets « historiques » :

- **les résidus de traitement de minerais d'uranium ;**
- **les déchets en « stockage historique » ;**
- **les déchets immergés.**

Les résidus de traitement de minerais d'uranium stockés sur les anciens sites miniers

Les résidus de traitement correspondent aux résidus obtenus après le traitement mécanique et chimique du minerai pour récupérer l'uranium. Ils se présentent sous la forme de blocs, de sables ou de boues.
Entre 1948 et 2001, 210 sites en France ont fait l'objet d'une exploitation minière de l'uranium (exploration, extraction et traitement de l'uranium). Une fois l'exploitation minière terminée, ces résidus, estimés à environ 50 millions de tonnes, ont été stockés sur ou à proximité de 20 de ces sites. Dans et autour de ces anciens sites miniers, la surveillance est assurée par AREVA, sous contrôle des autorités compétentes : Autorité de sûreté nucléaire, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement, administrations sanitaires et sociales...

Mine d'uranium de Bellezane (87) pendant son exploitation

Mine d'uranium de Bellezane réaménagée

Les déchets en « stockage historique »

On comptabilise au total 23 sites de « stockages historiques » dont les déchets, stockés sur place, ne sont pas sous la responsabilité de l'Andra mais sous celle des propriétaires de ces sites. Parmi eux on distingue :

- **12** sites correspondant à des installations conçues pour accueillir des déchets dangereux ou non dangereux et ayant reçu régulièrement ou occasionnellement des déchets comportant des traces de radioactivité ;
- **8** sites généralement situés à proximité d'installations nucléaires ou d'usines où, par le passé ont été stockés, en buttes, remblais ou lagunes, des déchets radioactifs ;
- **3** atolls de la Polynésie française sur lesquels ont été stockés les déchets issus des expérimentations nucléaires dans le Pacifique.

Les déchets immergés

L'immersion de déchets radioactifs a été pratiquée par huit pays européens durant trois décennies à partir de la fin des années 40.

Ces immersions ont d'abord été réalisées dans les eaux territoriales par faible profondeur avant d'être ensuite réalisées au large par grande profondeur. Elles ont été abandonnées en 1982 à la suite d'un accord international appelé « Convention de Londres ».

La France s'est limitée à deux campagnes d'immersion dans l'Atlantique, en 1967 et en 1969, sur deux sites distincts, à plus de 4 000 mètres de profondeur.

Immersion de déchets radioactifs en mer dans les années 60

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. Quand un site est pollué par la radioactivité, un assainissement assuré par l'Andra peut être envisagé, soit à la demande du propriétaire, soit à celle des pouvoirs publics quand le responsable est défaillant.

Origine des sites pollués

La plupart des sites pollués sont liés à des activités du passé, datant de l'entre-deux-guerres et qui ne relevaient pas de l'industrie nucléaire : 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 ces sites, généralement situés dans des zones urbaines, a été perdue et certains d'entre eux ont été réaménagés en logements, haltes-garderies ou écoles.
D'autres sites, plus récents liés à d'autres activités (thorium, molécules marquées, peintures luminescentes...) sont quant à eux restés à l'état de friche et mis en sécurité. Du fait des contrôles stricts appliqués aux installations actuelles, les exemples de non-respect des normes réglementaires ou d'accidents ayant pu conduire à une pollution radioactive sont relativement rares.

Démarche de prise en charge des sites pollués

1. Identification de sites potentiellement pollués
(observations de terrains, témoignages d'anciens salariés, recherches bibliographiques...)

2. Lever de doutes de contamination radioactive par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

3. Mise en sécurité du site pollué
effectuée par l'Andra (clôtures, murages, signalisation, interdiction...)

4. Évaluation du risque que présente le site en fonction de l'usage auquel il est destiné (habitation, école, loisirs...)

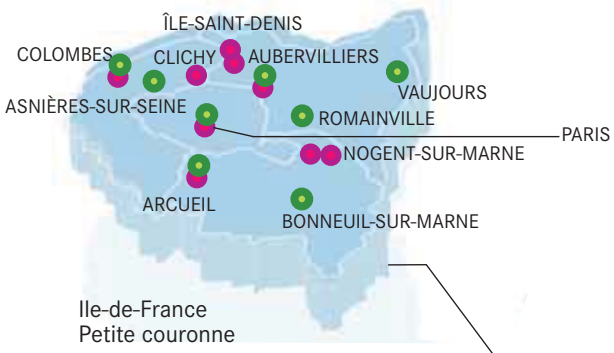
5. Définition des techniques et des stratégies d'assainissement
(techniques de décontamination, gestion des déchets sur place...)

6. Assainissement du site par l'Andra, qui peut prendre de quelques mois à quelques années en fonction des sites

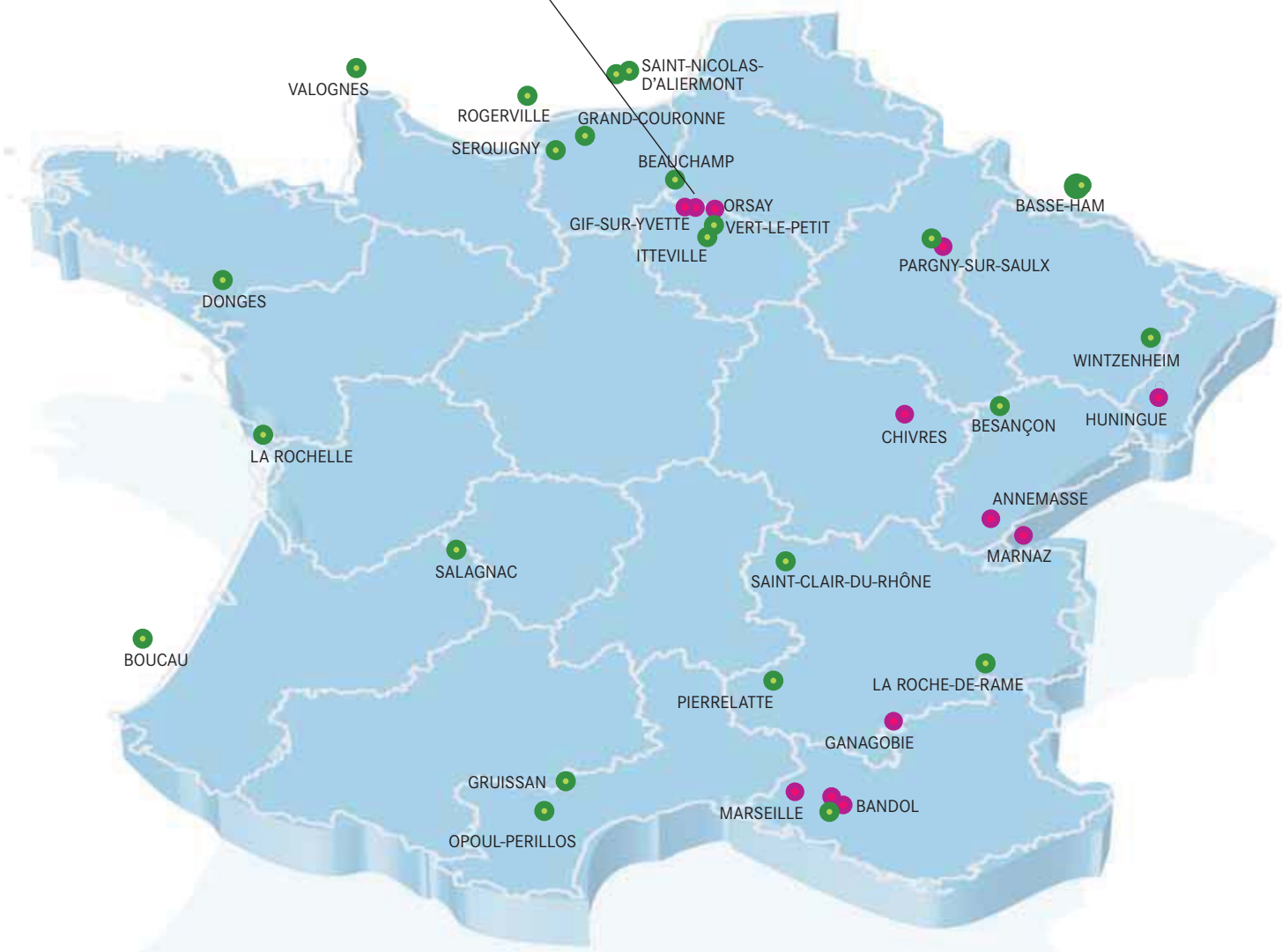
7. Prise en charge des déchets radioactifs qui ont pu être engendrés par l'assainissement (terres, gravats contaminés...)

L'assainissement des sites pollués dont le responsable est défaillant est financé par une subvention d'État. La Commission nationale des aides dans le domaine radioactif (CNAR) émet un avis sur l'utilisation de cette subvention et sur la nécessité ou non de dépolluer un site.

Les déchets radioactifs engendrés par l'assainissement de sites pollués sont essentiellement des déchets TFA ou FA-VL. On estime à environ 300 m³ par an le volume de déchets généré par l'assainissement de ces sites.



6 Sites assainis
4 Sites en attente
ou en cours d'assainissement



Au total on recense 60 sites dont :

- 24 en attente ou en cours d'assainissement
- 36 sites assainis dont 6 sur lesquels les déchets radioactifs engendrés après assainissement sont entreposés en attente d'enlèvement.

Chantier de dépollution à Gif-sur-Yvette (91)

les objets radioactifs

Au début du XXe siècle, peu de temps après sa découverte, les risques liés à la radioactivité étaient encore méconnus. On pensait que la radioactivité ne présentait que des bienfaits « miraculeux » pour l'homme. Cet engouement pour la radioactivité donne rapidement naissance à une « industrie du radium » pendant l'entre-deux-guerres.
Le radium était alors 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 luminescents, 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 de la radioactivité ou du risque qu'ils présentent.

Les objets radioactifs sont essentiellement des déchets FA-VL et TFA.
Environ 100 objets radioactifs sont collectés chaque année par les services de l'Andra.

Quels sont les risques ?

Les objets radioactifs émettent des radiations plus ou moins intenses en fonction du radionucléide et du type d'objet. Ces objets peuvent être contaminés et peuvent à leur tour contaminer les personnes qui les touchent. Dans la plupart des cas, les conséquences sont faibles mais, dans le doute, il est préférable de les faire prendre en charge en contactant l'Andra et de ne pas les toucher directement.

En cas de doute, il est recommandé de **ne pas manipuler les objets directement**, de **les isoler** de l'environnement quotidien (en les plaçant dans un sac plastique avant manipulation et en portant des gants), d'**éviter tout contact prolongé,** de ne pas les jeter dans la poubelle ou dans la nature et de **contacter l'Andra**.

Une prise en charge subventionnée et adaptée

Une prise en charge, gratuite ou significativement aidée, de ces objets est assurée par l'Andra.
Pour cela, l'Andra est à la disposition des détenteurs de ces déchets pour permettre de déterminer leur nature et mettre en place les moyens adaptés à leur collecte. Ces objets suivent ensuite le même devenir que les déchets. S'ils ne sont pas admis dans un centre de stockage existant, ils sont entreposés dans des installations dédiées dans l'attente de la création d'un centre de stockage adapté.

Contact

Si vous pensez être en possession de l'un de ces objets, contactez l'Andra
1/7, rue Jean-Monnet.
92298 Châtenay-Malabry cedex
- **Téléphone : 01 46 11 83 27**
- **Courriel : collecte-dechets@andra.fr**
- **Site Internet : www.andra.fr**

Les différents types d'objets

1. Des objets au radium à usage médical appelés ORUM

Anciens objets médicaux utilisés en raison de leur radioactivité, ils sont conservés comme objets de collection chez les particuliers, souvent lorsqu'il y a eu un médecin radiologue dans la famille.
Il s'agit principalement d'aiguilles, de tubes, de gaines et de sondes qui peuvent émettre d'intenses rayonnements lorsqu'ils sont sortis de leur boîtier.

2. Des objets paramédicaux

Certains objets paramédicaux étaient utilisés dans les années 20 pour enrichir l'eau fraîche en radon (gaz radioactif) : cafetières à radium, fontaines à radium, émanateur de radon...

3. Des minéraux

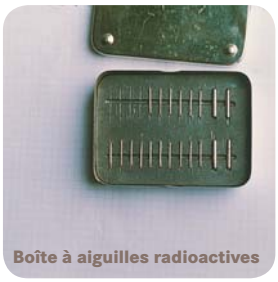
Minéraux contenant, par exemple, de l'uranium, du polonium ou du radium. Il s'agit souvent d'autunites, de pechblendes ou de monazites que l'on trouve dans les collections, chez des géologues ou dans certains lycées.

4. Des sels naturels

Sels naturels contenant, par exemple, de l'uranium, du thorium ou du radium. Les nitrates et acétates d'uranyle, les oxydes d'uranium ou de thorium ainsi que les nitrates et chlorures de radium font partie de ces sels naturels radioactifs que l'on trouve conditionnés dans de vieux bocaux dans les greniers, les écoles, les universités ou dans les laboratoires.

5. D'anciens objets courants

Les aiguilles et les cadrans lumineux d'anciens objets d'horlogerie (montres, boussoles, réveils, cadrans d'avions...) sont radioactifs. L'effet luminescent était obtenu en ajoutant du radium ou du tritium à la peinture.


Boîte à aiguilles radioactives

Anciens objets d'horlogerie luminescents

Minerai

Boussole

Fontaine au radium

Sel naturel

Comment reconnaître un objet radioactif ?

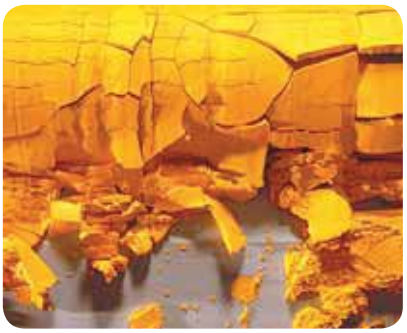
- la présence du trèfle radioactif sur l'étiquette, sur l'objet ou sur son emballage
- la marque de fabrication ou le nom du produit inscrit sur l'étiquette qui comprend le mot radium, uranium ou des dérivés
- un objet fabriqué avant les années 60 qui brille la nuit sans avoir été exposé à la lumière depuis au moins 48 h
- le fait qu'il soit conditionné dans du béton ou dans du plomb

les matières radioactives

Les matières radioactives sont des substances radioactives qui possèdent un potentiel d'utilisation, directement ou après un traitement. Certaines d'entre elles, comme le plutonium, sont déjà réutilisées. Les autres sont entreposées dans l'attente de cette possible valorisation. Les matières radioactives sont recensées dans l'*Inventaire national* car certaines d'entre elles pourraient, à terme, relever de la catégorie des déchets radioactifs si leur valorisation n'était plus envisagée par les pouvoirs publics ou les détenteurs. Pour d'autres, leur recyclage pourrait produire des déchets radioactifs.

L'uranium naturel extrait de la mine

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



***Yellow cake*, concentré d'uranium**

L'uranium enrichi

L'uranium enrichi correspond à de l'uranium naturel, enrichi en uranium 235 afin de servir à la fabrication de combustibles utilisés dans les réacteurs nucléaires.

L'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.

Conteneurs d'uranium appauvri à Pierrelatte (26)

L'uranium dit « de traitement »

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

Boîtes de dioxyde de Plutonium à La Hague (50)

Le plutonium

Le plutonium est un élément radioactif artificiel généré dans les réacteurs nucléaires. Lors du recyclage des combustibles usés, il est récupéré au même titre que l'uranium pour être réutilisé dans la fabrication de nouveaux combustibles. Le stock de plutonium relevant des activités militaires est couvert par le secret défense.

Le thorium

Les terres rares (métaux naturellement présents dans l'écorce terrestre) sont extraites de minerais tels que la monazite et utilisées dans de nombreuses applications (fabrication de micros, matériel hi-fi, catalyseurs pour automobiles...). Le traitement de ces terres rares engendre un sous-produit, le thorium, métal radioactif, entreposé dans l'attente d'une éventuelle utilisation.

Les matières en supension

L'usine Rhodia de traitement des terres rares (La Rochelle) rejette des effluents chimiques qui sont ensuite traités pour être neutralisés. On récupère alors des matières en suspension, composées à 25 % de résidus de terres rares qui seront réutilisés.

Les combustibles en cours d'utilisation et les combustibles usés

Il existe, à tout moment des stocks de combustibles en cours d'utilisation dans les centrales nucléaires et des stocks de combustibles usés. Les combustibles usés sont entreposés dans des piscines de refroidissement dans l'attente d'une décision de valorisation afin de récupérer l'uranium et le plutonium qu'ils contiennent.

Avant leur recyclage, les combustibles usés sont entreposés dans des piscines afin de permettre leur refroidissement

Stocks de matières radioactives au 31 décembre 2007 et prévisions pour 2020 et 2030

	2007	2020	2030
Uranium naturel extrait de la mine (tML)	27 613	32 013	32 013
Uranium enrichi (tML)	3 306	1 764	2 714
Uranium appauvri (tML)	254 820	332 324	452 324
Uranium de traitement (« URT ») (tML)	21 180	36 000	49 000
Plutonium (tML)	82	55	53
Thorium (t)	9 399	9 399	9 290
Matières en suspension MES (t)	21 672	0	0
Combustibles en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires et dans les réacteurs de recherche (tML)	4 875	4 590	1 100
Combustibles usés en attente de traitement	12 887 tML 183 t	16 894 tML 230 t	14 974 tML 298 t

Les quantités sont présentées en tonnes (t) ou en tonnes de métal lourd (tML) selon les matières (hors matières couvertes par le secret défense).

Crédits photos

Phototèque Andra :
Andra, Maurein, P. Demail, V. Duterme, P. Bourguignon, E. Gaffard, M. Aubert, D. Delaporte, E. Le Marchand, F. Roux.

Phototèque CEA :
DAM, A. Gonin, Foulon, Le Corre, A. Venturier, D. Vincon.

Phototèque AREVA :
G. Carillo, E. Cervo, Eurodoc Centrimage, Y. Geoffray, J-C. Grelier, H. Gruyaert, G. Hallary, S. Jézéquel, Ph. Lesage, J-M. Taillat.

Phototèque DCN :
Biaugeaud

Médiathèque EDF :
P. Bérenger, H. Cazin, A. Gonin, G. Jaumotte, S. Loubaton, M. Morceau, C. Pauquet, J-C. Raoul, F. Sautereau

Et phototèques ASN, CIS-BIO, RHODIA, SOCODEI

L'ÉDITION 2009
DE L'INVENTAIRE NATIONAL DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

Rapport de synthèse

Inventaire géographique

Catalogue descriptif des familles

Résumé

L'ensemble de ces documents est disponible sur Cd-Rom
et sur le site internet de l'Andra **www.andra.fr**
où vous pourrez aussi apporter vos suggestions

© Andra - 352 - juin 2009 - 10 000 ex - DCAI-CO-09-0052 - ISSN : 1629-5730 - Conception graphique et réalisation : Avec ou sans sucre
Impression : Corlet - Impression certifiée Imprim'Vert avec des encres végétales sur un papier partiellement recyclé, certifié FSC - **Gratuit - Ne peut être vendu**

ANDRA
La maîtrise des déchets radioactifs

AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS
1-7, rue Jean-Monnet
92298 Châtenay-Malabry cedex
Tél. 01 46 11 80 00
www.andra.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire