

Inventaire national des matières
et déchets radioactifs édition 2012

Les essentiels



01

ENJEUX ET PRINCIPES DE LA GESTION DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

QU'EST-CE QU'UN DÉCHET RADIOACTIF ? UNE MATIÈRE RADIOACTIVE ?

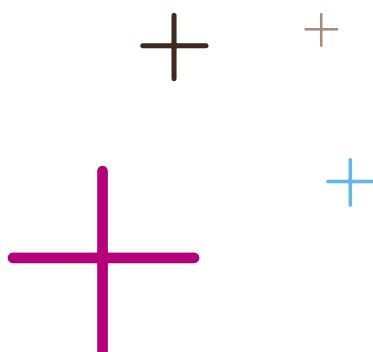
L'utilisation des propriétés de la radioactivité, dans différents secteurs économiques, comme toute activité humaine, est à l'origine de la production de déchets.

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

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

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

La grande majorité des déchets radioactifs ressemble à des déchets classiques : outils, vêtements, plastiques, ferrailles, gravats... Cependant, ils contiennent des radionucléides qui émettent des rayonnements présentant un risque pour la santé. Ils ne peuvent pas être gérés comme des déchets classiques et font l'objet d'une prise en charge particulière.



D'OÙ PROVIENNENT LES DÉCHETS ?

La radioactivité est utilisée dans de nombreux secteurs économiques. Les cinq principaux sont les suivants :

1 Le secteur électronucléaire

Principalement les centrales nucléaires de production d'électricité, ainsi que les usines dédiées à la fabrication et au traitement du combustible nucléaire (extraction et traitement du minerai d'uranium, conversion chimique des concentrés d'uranium, enrichissement et fabrication du combustible, traitement du combustible utilisé et recyclage).

2 Le secteur défense

Principalement des activités liées à la force de dissuasion et à la propulsion nucléaire de certains navires ou sous-marins, ainsi que des activités de recherche.

3 Le secteur recherche

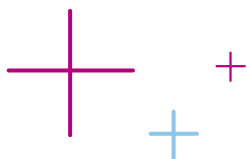
La recherche dans le domaine du nucléaire civil, les laboratoires de recherche médicale, de physique des particules, d'agronomie, de chimie...

4 Le secteur industrie (hors électronucléaire)

Notamment l'extraction de terres rares, la fabrication de sources scellées et aussi diverses applications comme le contrôle de soudure, la stérilisation de matériel médical, la stérilisation et la conservation de produits alimentaires...

5 Le secteur médical

Les activités thérapeutiques, de diagnostic et de recherche.



QUELS SONT LES DIFFÉRENTS TYPES DE DÉCHETS ?

Les déchets radioactifs contiennent en général un mélange de radionucléides (c'est-à-dire des éléments radioactifs : uranium, césium, iode, cobalt, radium, tritium...). En fonction de leur composition, ils sont plus ou moins radioactifs, pendant plus ou moins longtemps.

Les déchets radioactifs sont classés en cinq catégories :

DÉFINITION

Les déchets radifères doivent leur nom au radium qu'ils contiennent. Ils proviennent :

- du traitement de minéraux (terres rares...);
- de la mise au point, par le CEA, de méthodes d'extraction de l'uranium ;
- de l'industrie du radium ;
- de l'assainissement de terrains contaminés.

HA Les déchets de haute activité

Principalement issus des combustibles usés après traitement. Le niveau d'activité de ces déchets est de l'ordre de plusieurs milliards de becquerels par gramme.

MA-VL Les déchets de moyenne activité à vie longue

Également en majorité issus du traitement des combustibles usés. L'activité de ces déchets est de l'ordre d'un million à un milliard de becquerels par gramme.

FA-VL Les déchets de faible activité à vie longue

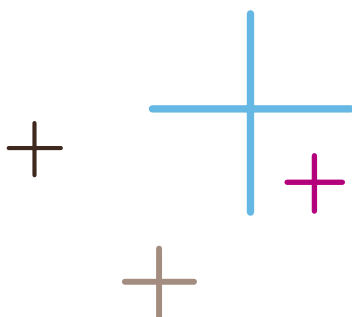
Essentiellement des déchets de graphite provenant des réacteurs de première génération à uranium naturel graphite gaz et des déchets radifères. Les déchets de graphite ont en ordre de grandeur une activité se situant entre dix mille et quelques centaines de milliers de becquerels par gramme. Les déchets radifères possèdent une activité comprise entre quelques dizaines de becquerels par gramme et quelques milliers de becquerels par gramme.

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

Essentiellement issus de l'exploitation et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible, des centres de recherche et, pour une faible partie, des activités de recherche biomédicale. L'activité de ces déchets se situe entre quelques centaines de becquerels par gramme et un million de becquerels par gramme.

TFA Les déchets de très faible activité

Majoritairement issus de l'exploitation, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible et des centres de recherche. Le niveau d'activité de ces déchets est en général inférieur à cent becquerels par gramme.



POUR INFO

Certains déchets, provenant principalement du secteur médical ou de la recherche, ont une durée de vie très courte. Ils perdent leur radioactivité en quelques années. Ils sont donc entreposés sur leur site d'utilisation le temps de leur décroissance radioactive, avant élimination dans une filière conventionnelle correspondant à leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.

DÉFINITION

L'entreposage est l'opération consistant à placer des matières ou des déchets radioactifs à titre temporaire dans une installation spécialement aménagée à cet effet, dans l'attente de les récupérer.

DÉFINITION

Le stockage est l'opération consistant à placer des déchets radioactifs dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de façon potentiellement définitive.

COMMENT GÈRE-T-ON LES DÉCHETS RADIOACTIFS ?

Afin de les isoler de l'homme et de l'environnement le temps nécessaire pour que leur radioactivité ait diminué et ne présente plus de risques, la France a fait le choix de gérer les déchets radioactifs, après leur entreposage, dans des stockages dédiés.

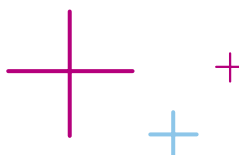
Il est prévu de prendre en charge les déchets radioactifs dans **trois types de stockages aux caractéristiques adaptées** à leur niveau de radioactivité et leur durée de vie :

- > **les stockages de surface.** L'Andra exploite deux centres de stockage situés dans le département de l'Aube qui permettent de stocker les déchets de très faible activité (TFA) et les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) ;
- > **le stockage à faible profondeur ;**
- > **le stockage profond.**

Ces deux stockages sont actuellement en cours d'étude par l'Andra, conformément aux exigences de la loi du 28 juin 2006, pour les déchets de haute activité ou à vie longue (HA, MA-VL et FA-VL).

Certains déchets sont anciens. Leur classification a été effectuée au moment de leur production et de leur entreposage provisoire. Avant d'être stockés, ces déchets feront l'objet d'une étude détaillée et éventuellement d'un traitement et pourraient donc être amenés à changer de filière de gestion.

En outre, certains déchets radioactifs anciens ont fait l'objet de modes de gestion « historiques » (stockage sur place, immersion en mer...) pratiqués à l'époque à laquelle ils ont été produits.



02

RECENSEMENT DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS EXISTANT À FIN 2010

L'Andra recense annuellement les déchets et matières radioactifs présents en France, sur la base des déclarations de chaque détenteur, qui est tenu de déclarer à l'Agence les stocks qu'il détenait au 31 décembre de l'année précédente. On compte plus **d'un millier de détenteurs tous secteurs économiques confondus**.

Les volumes de déchets ainsi recensés correspondent aux volumes conditionnés de manière à pouvoir être entreposés et transportés vers le centre de stockage, constituant ce qu'on appelle des colis primaires. Pour le cas particulier du stockage profond, un conditionnement complémentaire sera nécessaire afin d'assurer des fonctions de manutention, de sûreté ou de réversibilité. Seul le volume des colis primaires est indiqué dans le présent document.

LES DÉCHETS DESTINÉS À ÊTRE PRIS EN CHARGE PAR L'ANDRA

Les tableaux et les graphiques ci-après présentent les bilans résultant des déclarations faites par les détenteurs à fin 2010, pour les déchets déjà stockés dans les centres de l'Andra ou destinés à être pris en charge par l'Agence.

Bilan et évolution des déchets existants

Catégorie	Déchets existant à fin 2010 (m ³)	Écart 2010/2007
HA	2 700	400
MA-VL	41 000	- 800
FA-VL	87 000	4 500
FMA-VC	830 000	37 000
TFA	360 000	130 000
Total	~ 1 320 000	~ 171 000

Les écarts constatés entre les déchets existants à fin 2007 et ceux à fin 2010 sont dus à la production courante de déchets. Ces écarts s'expliquent également par :

> **une optimisation du volume du conditionnement envisagé pour les boues de La Hague**, conduisant à une réduction du volume de déchets MA-VL ;

DÉFINITION

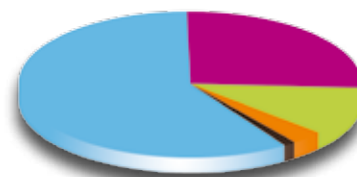
Le conditionnement est l'opération qui consiste à immobiliser des déchets dans un contenant adapté à leur niveau de radioactivité et leur durée de vie, le cas échéant grâce à un matériau de blocage.

À RETENIR

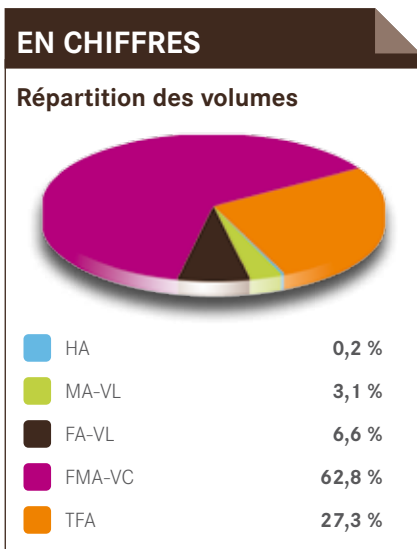
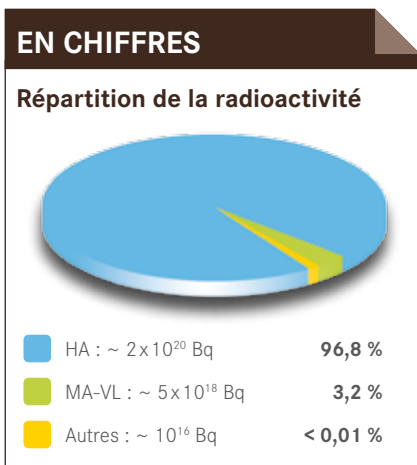
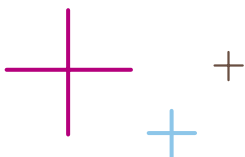
À ce stade des études de conception du stockage profond, le volume des colis de stockage rapporté au volume des colis primaires représente de l'ordre d'un facteur 2 à 3 pour les déchets HA et de l'ordre d'un facteur 4 pour les déchets MA-VL.

EN CHIFFRES

Répartition des volumes par secteur économique



Industrie électronucléaire	59 %
Recherche	26 %
Défense	11 %
Industrie non électronucléaire	3 %
Médical	1 %



- > **des compléments de caractérisation des bitumes de Marcoule** qui permettent de réorienter des déchets de la filière MA-VL vers la filière FA-VL, ce qui conduit donc à une diminution de la quantité de déchets MA-VL et à une augmentation des déchets FA-VL ;
- > **une augmentation du volume des déchets TFA** produits lors de l'assainissement du génie civil des installations à démanteler en raison d'exigences renforcées sur les objectifs d'assainissement.

LES DÉCHETS AYANT FAIT L'OBJET DE MODES DE GESTION « HISTORIQUES »

- > **Les résidus de traitement de minerais d'uranium** sont stockés sur les sites miniers de façon définitive. Ils représentent environ 50 millions de tonnes (soit 33 millions de m³), répartis sur vingt sites. Il s'agit de déchets à vie longue, de niveau d'activité comparable à celui des déchets TFA ;
- > **d'autres déchets ont été stockés dans des stockages ne relevant pas de la responsabilité de l'Andra.** On en recense de l'ordre de 50 millions de tonnes, répartis sur une cinquantaine de sites : stockages *in situ*, centres de stockage conventionnels et certains sites miniers. Parmi ceux-ci, environ 80 % sont des déchets 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 comportent des éléments radioactifs à vie longue ;
- > **la France a réalisé** par ailleurs deux **campagnes d'immersion de déchets radioactifs** dans l'Atlantique, en 1967 et en 1969, représentant 14 200 tonnes de déchets. Dans le cadre des expérimentations nucléaires réalisées par la France dans le Pacifique, 3 200 tonnes de déchets ont également été immergées entre 1967 et 1982.

LES MATIÈRES RADIOACTIVES ENTREPOSÉES À FIN 2010

Les détenteurs de matières radioactives sont également tenus de déclarer à l'Andra les matières entreposées sur le territoire français.

Le tableau ci-dessous récapitule les stocks de matières radioactives recensées à fin 2010 :

	Uranium appauvri	Uranium naturel	Uranium enrichi	Uranium de retraitement	Combustibles usés			Plutonium	Thorium	MES
					UOX	MOX	RNR			
Quantité (t)	272 000	16 000	3 000	24 100	17 000	1 700	200	80	9 400	23 500

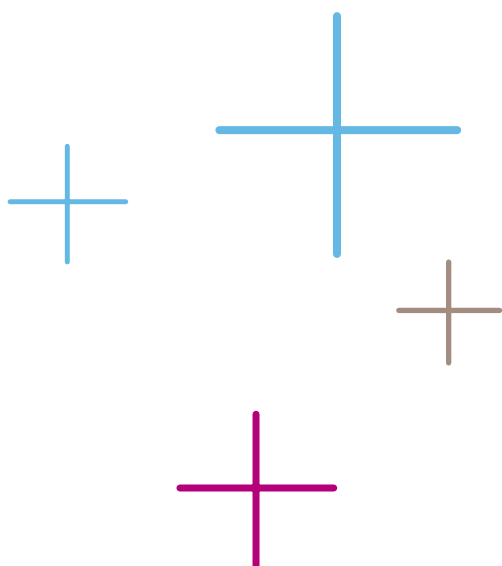
DÉFINITIONS

UOX : combustibles composés d'oxyde d'uranium.

MOX : combustibles composés d'un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium.

RNR : combustibles des réacteurs à neutrons rapides Phénix et Super Phénix, ce peut être des combustibles UOX ou MOX.

MES : matières en suspension, sous-produits du traitement des terres rares contenant du thorium.



03

QUANTITÉS PRÉVISIONNELLES DE DÉCHETS RADIOACTIFS À FIN 2020 ET 2030

LA RÉGLEMENTATION

Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs et ses textes d'application.

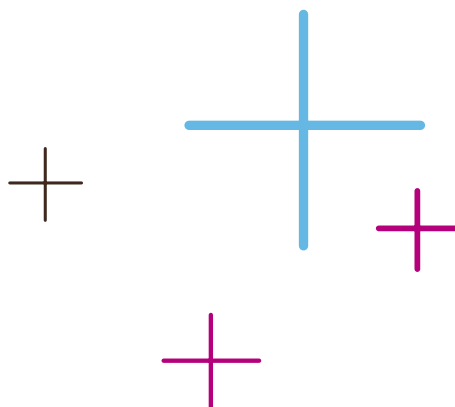
La réglementation impose aux détenteurs de faire des prévisions de production de déchets à fin 2020 et 2030, sur la base d'hypothèses spécifiques à chaque secteur économique. Notamment, pour le secteur électronucléaire, les hypothèses structurantes retenues sont :

> **une durée de fonctionnement de 50 ans de l'ensemble des réacteurs** : cette hypothèse a été retenue pour l'inventaire car elle reflète les orientations stratégiques d'EDF vis-à-vis de l'allongement de la durée de fonctionnement du parc. Ceci ne préjuge pas de la décision des autorités ;

> **le traitement de la totalité des combustibles usés**, correspondant à la politique de gestion actuelle.

Prévisions à fin 2020 et fin 2030

Volumes de déchets (m³)	Prévisions à fin 2020	Prévisions à fin 2030
HA	4 000	5 400
MA-VL	45 000	49 000
FA-VL	89 000	133 000
FMA-VC	1 000 000	1 200 000
TFA	750 000	1 300 000
Total	~ 1 900 000	~ 2 700 000



COMPARAISON DES PRÉVISIONS ENTRE 2007 ET 2010

Volumes de déchets (m ³)	Prévisions à fin 2020 faites en 2010	Prévisions à fin 2020 faites en 2007
HA	4 000	3 700
MA-VL	45 000	47 000
FA-VL	89 000	115 000
FMA-VC	1 000 000	1 000 000
TFA	750 000	630 000
Total	~ 1 900 000	~ 1 800 000

Volumes de déchets (m ³)	Prévisions à fin 2030 faites en 2010	Prévisions à fin 2030 faites en 2007
HA	5 400	5 100
MA-VL	49 000	51 000
FA-VL	133 000	152 000
FMA-VC	1 200 000	1 200 000
TFA	1 300 000	870 000
Total	~ 2 700 000	~ 2 300 000

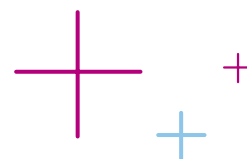
Les prévisions de 2010 ont évolué par rapport à celles faites en 2007 (publiées dans l'édition 2009 de l'inventaire national). **Cette évolution est due à :**

- > **une augmentation du flux annuel de traitement de combustibles usés à l'usine de La Hague** (1 000 tML au lieu de 850), se traduisant par une augmentation des volumes de déchets HA et MA-VL ;
- > **la prise en compte d'une durée de fonctionnement plus importante des installations nucléaires** (50 ans au lieu de 40 ans en 2007), se traduisant principalement par une augmentation des déchets HA, MA-VL et FMA-VC ;
- > **une meilleure identification des déchets** qui seront produits par le démantèlement et par les opérations de reprise de déchets anciens ainsi que par une optimisation du tri. Ces évolutions se traduisent notamment par des transferts de déchets de la catégorie MA-VL vers FA-VL ou FMA-VC et de la catégorie FMA-VC vers TFA ;
- > **le décalage de planning du démantèlement** des réacteurs de la filière uranium naturel graphite gaz, qui repousse la production des déchets FA-VL associés (déchets de graphite) ;
- > **une augmentation du volume des déchets TFA :**
 - le volume des déchets TFA produits lors de l'assainissement du génie civil des installations à démanteler sera plus élevé, en raison d'exigences renforcées sur les objectifs d'assainissement,
 - des compléments de caractérisation conduisent à orienter vers la filière de déchets TFA des déchets jusqu'alors considérés comme pouvant être éliminés dans les filières conventionnelles,
 - des déchets provenant de la catégorie FMA-VC sont réorientés vers la filière de déchets TFA, à la suite d'une meilleure identification ou d'un tri optimisé de ces déchets.

03 QUANTITÉS PRÉVISIONNELLES DE DÉCHETS RADIOACTIFS À FIN 2020 ET 2030

DÉFINITION

tML : tonne de métal lourd, tonne d'uranium ou de plutonium contenu dans le combustible avant irradiation.



04

LES INVENTAIRES PROSPECTIFS

DÉFINITIONS

UOX : combustibles composés d'oxyde d'uranium.

MOX : combustibles composés d'un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium.

RNR : combustibles des réacteurs à neutrons rapides Phénix et Super Phénix, ce peut être des combustibles UOX ou MOX.

tML : tonne de métal lourd, tonne d'uranium ou de plutonium contenu dans le combustible avant irradiation.

Ce chapitre donne une vision prospective des déchets et des matières qui seraient produits par l'ensemble des installations jusqu'à leur fin de vie. Ces quantités sont présentées suivant deux scénarios de politique électronucléaire volontairement contrastés. Ceci ne saurait préjuger de la politique énergétique française qui serait décidée. L'activité des secteurs économiques autres que l'électronucléaire est supposée identique dans les deux scénarios.

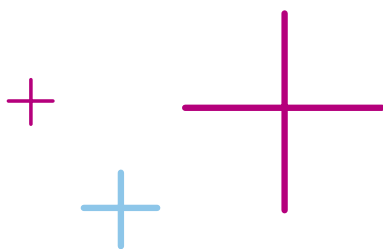
Dans les deux cas, **l'inventaire ne porte que sur les déchets produits par les installations qui ont obtenu leur décret d'autorisation de création à fin 2010**, ceci bien que le « scénario de poursuite » sous-entend la mise en service de nouvelles installations.

SCÉNARIO 1 : POURSUITE DE LA PRODUCTION ÉLECTRONUCLÉAIRE

Ce scénario envisage la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire ainsi que de la stratégie actuelle en matière de traitement de combustibles usés. Il considère une durée de fonctionnement de 50 ans pour l'ensemble des réacteurs. La totalité des combustibles consommés par les réacteurs autorisés à fin 2010 est ainsi supposée être traitée pour en séparer les matières (uranium, plutonium) des déchets ultimes. Aucun combustible usé n'est alors stocké directement et la totalité du plutonium extrait des combustibles usés est supposée recyclée, dans le parc actuel ou dans un futur parc, sous forme de combustibles MOX. Compte tenu du nombre de réacteurs aujourd'hui autorisés à utiliser ce type de combustibles, le parc électronucléaire actuel permettra la valorisation de plutonium séparé jusque vers 2029. Au-delà, le rythme de traitement des combustibles usés, et donc de la production de plutonium, dépendra directement du rythme du déploiement des nouveaux réacteurs qui le consommeront. **Ces combustibles usés (UOX, MOX, RNR) provenant du parc existant, jusqu'à sa fin de vie, représenteraient environ au total 30 000 tML à recycler.** Dans l'hypothèse d'un échelonnement de ces opérations sur 40 ans, ceci représenterait un flux annuel moyen de traitement de 700 à 1 000 tonnes de combustible UOX et MOX, et donc un flux annuel de l'ordre de 10 à 13 tonnes de plutonium.

SCÉNARIO 2 : NON-RENOUVELLEMENT DE LA PRODUCTION ÉLECTRONUCLÉAIRE

Ce scénario suppose le non-renouvellement du parc existant entraînant l'arrêt du traitement du combustible usé avant l'arrêt des réacteurs afin de ne pas détenir de



plutonium séparé. La durée de fonctionnement des réacteurs est supposée être de 40 ans. Dans ce scénario, le recyclage du plutonium est limité à la fabrication du combustible MOX nécessaire au fonctionnement des réacteurs aujourd'hui autorisés à utiliser ce type de combustible. Au vu des dates d'arrêt de ces réacteurs, leur fonctionnement ne nécessite plus de séparer le plutonium par traitement des combustibles usés au-delà de 2019. **Dans ce scénario, environ 28 000 tML de combustibles usés**, UOX, RNR et MOX, deviennent des déchets et doivent être stockés (dans les mêmes conditions que les déchets HA).

Estimation des déchets produits dans les deux scénarios envisagés

Déchets		Poursuite de la production électronucléaire	Non-renouvellement de la production électronucléaire
HA	CU UOX	-	~ 50 000 assemblages*
	CU RNR	-	~ 1 000 assemblages*
	CU MOX	-	~ 6 000 assemblages*
	Déchets vitrifiés (m ³)	10 000	3 500
MA-VL (m ³)		70 000	59 000
FA-VL (m ³)		165 000	165 000
FMA-VC (m ³)		1 600 000	1 500 000
TFA (m ³)		2 000 000	1 900 000

La différence de volume des déchets HA et MA-VL constatée entre le scénario de poursuite et celui de non-renouvellement est due aux différentes stratégies industrielles de traitement du combustible usé, ainsi qu'à la différence de durée de fonctionnement des installations considérées dans chacun des scénarios. L'augmentation des déchets FMA-VC et TFA est due uniquement aux différences de durée de fonctionnement des installations considérées dans chacun des scénarios.

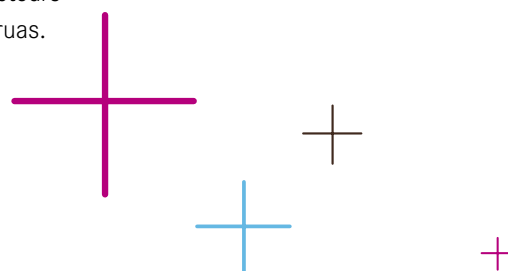
GESTION DE L'URANIUM DE RETRAITEMENT

Dans les deux scénarios, le traitement du combustible usé est aussi à l'origine de la production d'uranium de retraitement, matière valorisable. Avec l'hypothèse d'un maintien du niveau de recyclage actuel (dans les quatre réacteurs de Cruas jusqu'à leur fin de vie), il resterait dans le scénario de poursuite 40 000 tonnes d'uranium de retraitement en stock à la fin de vie du parc existant, et 10 000 tonnes dans le scénario de non-renouvellement. Dans ce dernier cas, s'il ne pouvait être réutilisé dans des réacteurs hors de France, l'uranium de retraitement deviendrait un déchet avec l'arrêt du nucléaire. Toutefois, la résorption totale de ce stock de matière est techniquement possible dans les deux scénarios. Elle suppose la fabrication de combustibles à base de cet uranium de retraitement qui pourraient, sous réserve des autorisations administratives correspondantes, être consommés dans tout ou partie des réacteurs existants ou futurs, de façon comparable au recyclage actuellement pratiqué à Cruas.

04 LES INVENTAIRES PROSPECTIFS

À RETENIR

* Les combustibles usés ne sont pas aujourd'hui considérés comme déchets, et ne sont donc pas conditionnés pour une prise en charge en stockage. Le volume moyen d'un assemblage combustible étant de 0,19 m³, ces assemblages représentent avant conditionnement un volume de 12 000 m³. L'Andra a vérifié la faisabilité du stockage des combustibles usés en 2005. Les concepts de conteneurs de stockage utilisés pour cette démonstration induisaient un volume de colis de stockage d'environ 89 000 m³ (environ huit fois plus que le volume non conditionné).



Vous trouverez l'ensemble de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs édition 2009 en téléchargement sur le site www.andra.fr

L'édition 2012 sera disponible à partir du mois de juin.



AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION
DES DÉCHETS RADIOACTIFS

1/7, rue Jean-Monnet
92298 Châtenay-Malabry cedex

www.andra.fr