

LES ESSENTIELS 2015



SOMMAIRE



PARTIE 1

- 4 | Enjeux et principes**
de la gestion des matières
et déchets radioactifs

PARTIE 2

- 8 | Recensement**
des stocks de déchets
radioactifs à fin 2013

PARTIE 3

- 10 | Recensement**
des stocks de matières
radioactives à fin 2013

PARTIE 4

- 12 | Quantités prévisionnelles**
des matières et déchets
radioactifs établies sur
la base des scénarios
des industriels

PARTIE 5

- 14 | Inventaires prospectifs**

1. 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 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.
- **Beaucoup de déchets radioactifs ressemblent à des déchets classiques** : outils, vêtements, plastiques, ferrailles, gravats...
- **Une matière radioactive** est une substance radioactive pour laquelle **une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée**, le cas échéant après traitement.
- **Les matières radioactives sont constituées essentiellement de minerais, de sables et de métaux** à l'état brut ou ayant déjà subi des transformations physico-chimiques pour les rendre utilisables.
- Les matières et déchets radioactifs 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.



Les déchets radioactifs sont produits, d'une part, lors du **fonctionnement** des installations utilisant des substances radioactives, d'autre part, lors du **démantèlement** de ces installations.

D'OÙ PROVIENNENT LES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS ?

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 et enrichissement des concentrés d'uranium, fabrication du combustible, traitement du combustible usé et recyclage d'une partie des matières extraites de celui-ci).

2 LE SECTEUR DÉFENSE

Principalement les activités liées à la force de dissuasion, dont la propulsion nucléaire de certains navires ou sous-marins, ainsi que les activités de recherche associées, et également des utilisations diverses liées aux Armées.

3 LE SECTEUR RECHERCHE

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

4 LE SECTEUR INDUSTRIEL (non électronucléaire)

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

5 LE SECTEUR MÉDICAL

Les activités thérapeutiques, de diagnostic et de recherche (scintigraphie, radiothérapie...).

PRÉCISION

La majorité des déchets produits par le fonctionnement des installations sont des déchets à vie courte. Ils sont évacués vers les Centres de stockage industriels de l'Andra dans l'Aube. Des déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) sont également produits et entreposés sur leurs sites de production.

Le démantèlement de l'ensemble des installations produit aussi des déchets, en grande majorité de très faible activité (TFA).

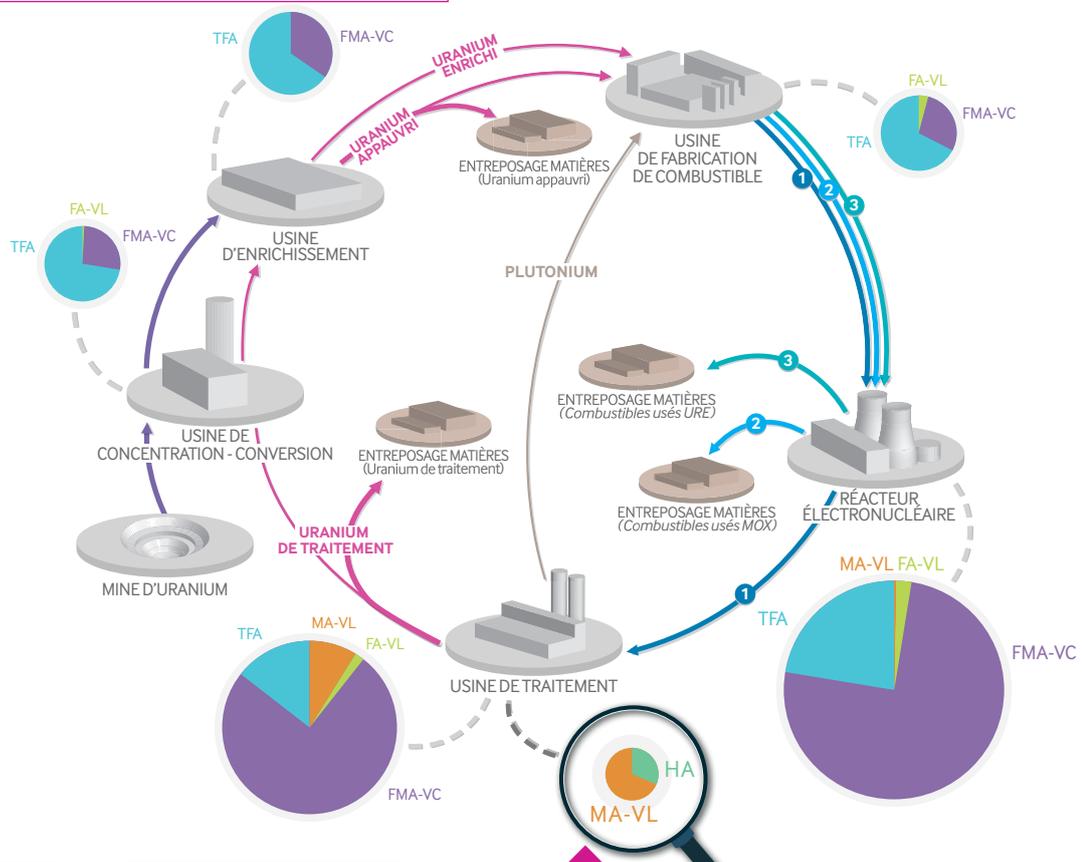
Les matières radioactives sont actuellement valorisées ou entreposées dans l'attente d'une valorisation. Des recherches sont menées sur un cycle comprenant des réacteurs à neutrons rapides de 4^{ème} génération, qui permettrait à l'avenir d'améliorer les performances du recyclage des matières, notamment des combustibles MOX et URE ainsi que de l'uranium appauvri.

LES MODES DE GESTION ACTUELS DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS PRODUITS PAR LE SECTEUR ÉLECTRONUCLÉAIRE

La majorité des matières et déchets radioactifs produits par le secteur électronucléaire est liée à l'exploitation des installations réalisant les opérations visant à fabriquer, utiliser puis recycler ou entreposer le combustible nucléaire.



L'exploitation d'une installation comprend le fonctionnement et le démantèlement.



LÉGENDES

- 1 Combustible à base d'oxyde d'uranium naturel enrichi (UOX)
- 2 Combustible à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX)
- 3 Combustible à base d'oxyde d'uranium de traitement réenrichi (URE)
- — — Déchets de fonctionnement et de démantèlement
- — — Déchets issus du traitement des combustibles usés

TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES USÉS

Le traitement permet de séparer les matières valorisables (plutonium, uranium) des résidus qui constituent des déchets HA et MA-VL. Ces déchets sont entreposés sur les sites de production, assurant le traitement des combustibles usés.

DÉFINITION : ENTREPOSAGE

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.

QUELS SONT LES DIFFÉRENTS TYPES DE MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS ?

Les principales matières radioactives, en termes de niveau d'activité et de volume, sont :

- L'uranium à différents stades de transformation : extrait de la mine (naturel), enrichi ou appauvri en isotopes fissiles, issu du traitement des combustibles nucléaires usés ;
- Les combustibles nucléaires neufs, en cours d'utilisation dans les réacteurs nucléaires, ou usés, en attente de traitement ultérieur ;

- Le plutonium issu du traitement des combustibles nucléaires usés ;
- Des minerais contenant des radionucléides naturels mais qui ne sont pas utilisés pour leurs propriétés radioactives et les sous-produits résultant de ces utilisations (sous-produits de l'extraction des terres rares par exemple).

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

CATÉGORIES DE DÉCHETS

HA

Les déchets de Haute Activité

Principalement issus des combustibles usés après traitement.

Leur niveau d'activité est de l'ordre de plusieurs milliards de becquerels par gramme.

MA-VL

Les déchets de Moyenne Activité à Vie Longue

Également issus en majorité du traitement des combustibles usés.

Leur activité est de l'ordre d'un million à un milliard de becquerels par gramme.

FA-VL

Les déchets de Faible Activité à Vie Longue

Pour la plupart des déchets de graphite provenant des réacteurs de première génération à uranium naturel graphite gaz (UNGG) et des déchets radifères.

Les déchets de graphite ont une activité se situant entre dix mille et cent mille becquerels par gramme. L'activité des déchets radifères est comprise entre quelques dizaines et quelques milliers de becquerels par gramme.

FMA-VC

Les déchets de Faible et Moyenne Activité à Vie Courte

Provenant essentiellement du fonctionnement et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible, des centres de recherche et, pour une faible part, de la recherche médicale. Leur activité 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 du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible et des centres de recherche.

Leur niveau d'activité est en général inférieur à cent becquerels par gramme.

COMMENT GÈRE-T-ON ACTUELLEMENT LES MATIÈRES RADIOACTIVES ?

Les matières radioactives sont **entreposées** dans des installations adaptées à leurs caractéristiques, dans l'attente de leur utilisation ou réutilisation. Pour certaines d'entre elles, comme le plutonium issu du traitement des combustibles usés à l'oxyde d'uranium, cette réutilisation est déjà effective sur le plan industriel depuis plus d'une vingtaine d'années : ces matières sont **recyclées**. Pour d'autres, la réutilisation est seulement envisagée : le PNGMDR (Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs) demande à leurs propriétaires de vérifier périodiquement le caractère **valorisable** des matières entreposées.

PRÉCISION

Le recyclage du combustible usé consiste à séparer les déchets ultimes des matières et à utiliser au sein d'un nouveau combustible des matières fissiles (plutonium, uranium...) issues d'un cycle précédent (monorecyclage pour une seule irradiation, multirecyclage dans le cas de plusieurs passages successifs).



Certains déchets, provenant principalement du secteur médical ou de la recherche contiennent des radionucléides dont la durée de vie est très courte. Ils perdent leur radioactivité en quelques mois, voire quelques jours ou heures. Ils sont donc entreposés sur leur site d'utilisation le temps de leur décroissance radioactive, avant élimination dans une filière dédiée aux déchets dangereux, non dangereux ou inertes, selon leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.

COMMENT GÈRE-T-ON ACTUELLEMENT LES DÉCHETS RADIOACTIFS ?

DÉFINITION : STOCKAGE

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

Afin d'isoler les déchets pendant le temps nécessaire à la baisse de leur radioactivité jusqu'à un seuil ne présentant plus de risque pour l'homme et l'environnement, la France a fait le choix de les gérer, 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 à leur durée de vie :

- **les stockages de surface**, deux centres situés dans le département de l'Aube et exploités par l'Andra permettent de stocker les déchets de très faible activité (TFA) et les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC)¹ ;

- **le stockage à faible profondeur**
- **le stockage profond**

ces deux types de stockages sont en cours d'étude par l'Andra, conformément aux exigences de la loi du 28 juin 2006, pour les déchets HA, MA-VL et FA-VL.

Le code de l'environnement dispose qu'après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou à faible profondeur font l'objet d'un **stockage en couche géologique profonde**.

Certains déchets sont anciens. Leur classification date du moment de leur production et de leur entreposage. Avant d'être stockés, ces déchets sont soumis à une nouvelle étude détaillée et éventuellement à un traitement, ils peuvent donc être amenés à changer de filière de gestion.

¹ Il s'y ajoute le Centre de stockage de la Manche exploité de 1969 à 1994 et qui est actuellement en phase de surveillance.

2. RECENSEMENT DES STOCKS DE DÉCHETS RADIOACTIFS À FIN 2013

L'Andra recense annuellement les déchets radioactifs présents en France au 31 décembre de l'année précédente, sur la base des informations fournies par leurs détenteurs. On compte **plus d'un millier de détenteurs tous secteurs économiques confondus**.

PRÉCISION

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

Les volumes de déchets recensés correspondent aux volumes de déchets conditionnés, c'est-à-dire pour lesquels aucun traitement complémentaire n'est envisagé par leurs producteurs avant stockage. Les déchets ainsi conditionnés constituent des colis primaires.

Afin de pouvoir effectuer des bilans, une unité de compte homogène a été adoptée : le « volume équivalent conditionné ». Pour les déchets dont le conditionnement n'est pas connu à ce jour, des hypothèses sont faites pour évaluer le volume équivalent conditionné.

Pour le cas particulier du stockage profond, un conditionnement complémentaire sera éventuellement 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.

PRÉCISION

À ce stade des études de conception du stockage profond, le volume des colis de stockage des déchets HA pourrait être 2 à 3 fois plus important que celui des colis primaires et celui des déchets MA-VL 5 à 6 fois plus important.

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

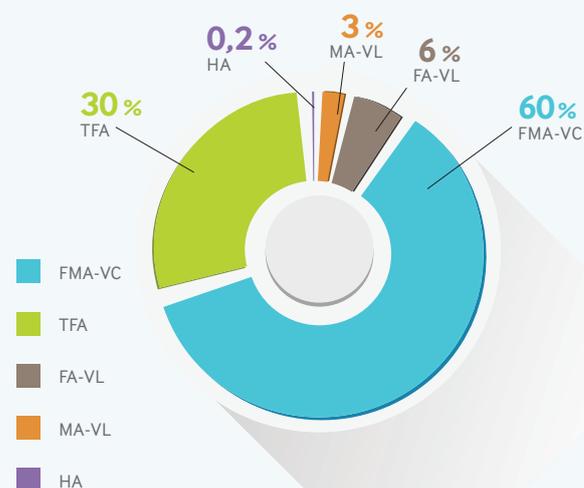
Les tableaux et graphiques ci-après présentent les bilans au 31/12/2013 résultant des déclarations faites par les détenteurs en 2014, pour les déchets déjà stockés dans les centres de l'Andra ou destinés à être pris en charge par l'Agence.

BILAN ET ÉVOLUTION DES VOLUMES (m³) DE DÉCHETS

| CATÉGORIE | STOCKS DE DÉCHETS A FIN 2013 | ÉCART 2013/2010* |
|-----------|------------------------------|------------------|
| HA | 3 200 | 500 |
| MA-VL | 44 000 | 4 000 |
| FA-VL | 91 000 | 4 500 |
| FMA-VC | 880 000 | 52 000 |
| TFA | 440 000 | 77 000 |
| TOTAL | ~ 1 460 000 | ~ 140 000 |

* Les écarts ont été calculés sur la base des chiffres exacts puis arrondis.

RÉPARTITION DES VOLUMES DE DÉCHETS RADIOACTIFS PAR CATÉGORIE À FIN 2013



Les écarts constatés entre les stocks de déchets à fin 2010 et ceux à fin 2013 sont dus à la production courante de déchets.

Ces écarts s'expliquent également par :

- La décision de traitement des combustibles usés du réacteur EL4 (Brennilis) considérés précédemment comme des déchets ;
- Une évolution des hypothèses de colisage des fûts de boues bitumées de Marcoule, se traduisant par une augmentation du volume conditionné de déchets MA-VL (+3 300 m³). Cette évolution ne correspond toutefois pas à une augmentation de la quantité de déchets radioactifs ;
- Une évolution des hypothèses de conditionnement des colis de déchets radifères issus du traitement de la monazite, se traduisant par une augmentation du volume conditionné de déchets FA-VL (+3 000 m³). Cette évolution ne correspond toutefois pas à une augmentation de la quantité de déchets radioactifs ;

- La prise en compte des KDU (boues provenant du lavage des conteneurs d'UF6) de Pierrelatte qui contribuent à l'augmentation du volume de déchets FA-VL ;

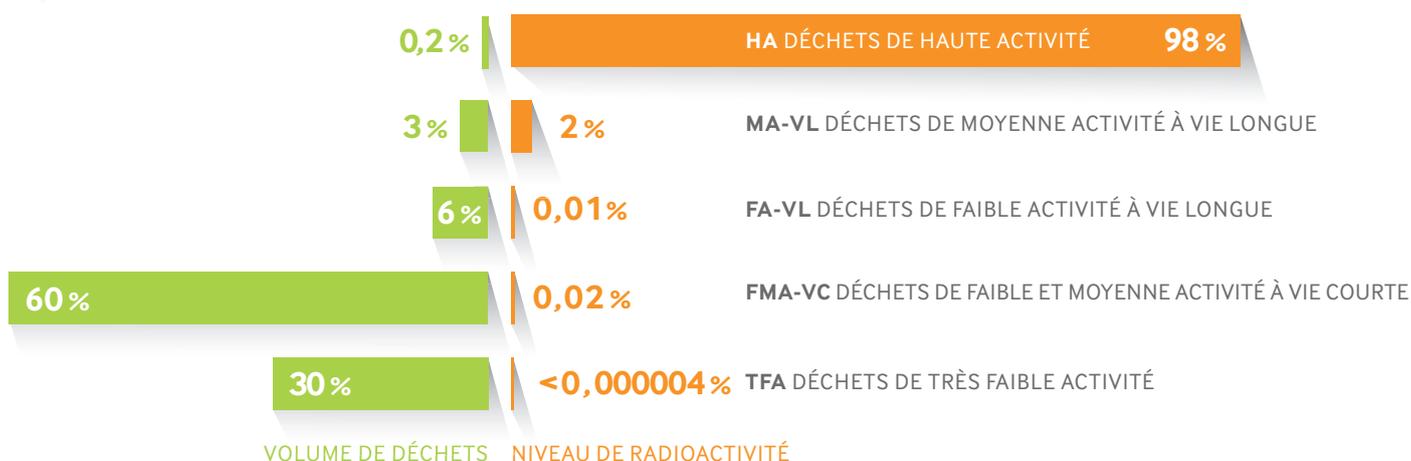
- L'optimisation des traitements et des conditionnements ;

- Les efforts de caractérisation qui ont permis d'orienter les déchets vers la bonne catégorie.



La convention pour le calcul de l'activité radiologique a été modifiée (prise en compte des radioéléments fils en équilibre séculaire) par rapport à celle de l'édition 2012 de l'Inventaire national.

▶ RÉPARTITION DES VOLUMES ET DES NIVEAUX DE RADIOACTIVITÉ DES STOCKS DE DÉCHETS À FIN 2013



LES DÉCHETS AYANT FAIT L'OBJET DE MODES DE GESTION " HISTORIQUES "

(Ces déchets ne sont pas comptabilisés dans les bilans)

- **Les résidus de traitement de minerais d'uranium** sont stockés sur les sites miniers de façon définitive. Ils représentent environ 50 millions de tonnes, répartis sur vingt sites. Il s'agit de résidus à vie longue de niveau d'activité comparable à celui des déchets TFA.
- **D'autres déchets sont stockés dans des installations ne relevant pas de la responsabilité de l'Andra** : stockages in-situ (buttes ou remblais par exemple) ou centres de stockage conventionnels. Leur activité est essentiellement de même niveau que celle des déchets TFA.
- **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 été immergées entre 1967 et 1982.

3. RECENSEMENT DES STOCKS DE MATIÈRES RADIOACTIVES À FIN 2013

L'Andra recense annuellement les matières radioactives entreposées sur le territoire français au 31 décembre. Les détenteurs de matières sont moins nombreux que ceux de déchets. Ce sont essentiellement, pour les matières fissiles, les acteurs du cycle du combustible nucléaire, tous les utilisateurs de réacteurs nucléaires (Défense, recherche...), et les acteurs de l'industrie chimique utilisant les matières radioactives pour d'autres propriétés que la radioactivité (extraction de terres rares par exemple).

DÉFINITION : tML

tML (tonne de métal lourd) : tonne d'uranium, plutonium ou thorium.

► BILAN DES QUANTITÉS DE MATIÈRES

| CATÉGORIE | | STOCKS DE MATIÈRES À FIN 2013 |
|---|--------------------------|-------------------------------|
| Uranium naturel | extrait de la mine | 26 000 tML |
| | enrichi | 2 800 tML |
| | appauvri | 290 000 tML |
| Uranium issu du traitement des combustibles usés | en sortie de traitement | 27 000 tML |
| | enrichi | - |
| Combustibles à base d'oxyde d'uranium des réacteurs électrogènes (UOX, URE) | rebuts | - |
| | neufs | 440 tML |
| | en cours d'utilisation | 4 600 tML |
| | en attente de traitement | 12 000 tML |
| Combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium des réacteurs électrogènes (MOX, SuperPhénix, Phénix) | rebuts | 230 tML |
| | neufs | 38 tML |
| | en cours d'utilisation | 410 tML |
| | en attente de traitement | 1 700 tML |
| Combustibles des réacteurs de recherche | neufs | 0,2 tML |
| | en cours d'utilisation | 0,2 tML |
| | en attente de traitement | 75 tML |
| Plutonium | | 52 tML |
| Thorium | | 8 500 tML |
| Matières en suspension | | 5 tML |
| Autres matières | | 72 tML |
| Combustibles de la Défense nationale | | 156 t |

Les catégories de matières à déclarer ont été redéfinies par l'arrêté du 4 avril 2014 modifiant l'arrêté du 9 octobre 2008, d'où des comparaisons difficiles entre les quantités à fin 2010 et celles à fin 2013.

Cette redéfinition des catégories a notamment des conséquences sur les modalités de déclaration de l'uranium et du plutonium.

En effet, dans les précédentes éditions, les combustibles neufs et les rebuts étaient comptabilisés sous la forme d'uranium et de plutonium. L'arrêté modificatif du 4 avril 2014 définit des catégories propres aux différents combustibles neufs et aux différents types de rebuts. La quantité de plutonium affichée dans cette édition est donc beaucoup plus faible que celle affichée dans l'édition 2012 puisqu'elle ne comprend plus le plutonium intégré dans les combustibles neufs ou dans les rebuts².

Il faut noter par ailleurs que :

- les combustibles usés du réacteur EL4 (Brennilis) sont maintenant considérés comme des matières (~ 50 tML). Ces combustibles usés, de type oxyde d'uranium, sont comptabilisés dans la catégorie « Combustibles des réacteurs de recherche en attente de traitement » dans le tableau précédent ;
- les unités ont été homogénéisées, hors Défense, à la tonne de métal lourd (tML), d'où des diminutions significatives de quantité pour le thorium et surtout pour les matières en suspension (MES) ;
- le deuxième cœur de Superphénix, qui n'a pas été irradié et n'a pas vocation à l'être, a été classé dans la catégorie « Autres matières » dans la mesure où il ne s'agit ni de combustible avant utilisation ni de combustible usé.

▶ LES MATIÈRES RADIOACTIVES, HORS URANIUM APPAUVRI, SE RÉPARTISSENT DE LA MANIÈRE SUIVANTE :

| SECTEUR ÉCONOMIQUE | QUANTITÉ |
|----------------------------------|------------|
| Électronucléaire | 75 000 tML |
| Recherche | 150 tML |
| Industrie (non électronucléaire) | 8 600 tML |
| Médical | 0 tML |
| Défense | 156 t |

² Les combustibles nouvellement fabriqués sont considérés comme des « combustibles neufs » une fois qu'ils sont acceptés par le client. Avant cela, ils sont considérés comme des quantités de plutonium et d'uranium.

4. QUANTITÉS PRÉVISIONNELLES DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS ÉTABLIES SUR LA BASE DES SCÉNARIOS DES INDUSTRIELS

La réglementation impose **aux détenteurs** de matières et déchets radioactifs de faire des prévisions de production à fin 2020 et 2030. Depuis 2014, les détenteurs de déchets doivent également fournir des prévisions prenant en compte la fin de l'exploitation de leurs installations, en précisant les hypothèses de durée de fonctionnement et de scénarios de démantèlement qu'ils utilisent pour établir ces prévisions.

Pour le secteur électronucléaire, les hypothèses structurantes retenues sont :

- **Une durée de fonctionnement moyenne de 50 ans de l'ensemble des réacteurs** ; cette hypothèse reflète les orientations stratégiques d'EDF vis-à-vis de l'allongement de la durée de fonctionnement du parc et ne préjuge ni des décisions prises par l'ASN en matière de sûreté ni des évolutions éventuelles de la politique énergétique française ;
- **Un début de démantèlement des réacteurs et la production de déchets FA-VL graphite prévu à l'horizon 2025**. À noter que le démantèlement des installations du parc dit de première génération est en cours avec la production de déchets à vie courte (FMA-VC et TFA) dont une partie est déjà évacuée vers les centres de stockage de surface ;
- **Le traitement de la totalité des combustibles usés**, correspondant à la politique de gestion actuelle ; ceci suppose par convention

un fonctionnement des usines actuelles de traitement du combustible d'une durée suffisante pour assurer ces opérations. Ceci suppose aussi la réutilisation des matières séparées dans le parc électronucléaire actuel ou dans un futur parc ;

- **Un flux de traitement des combustibles usés d'environ un millier de tonnes par an.**

Les hypothèses structurantes du scénario sont retenues sur la base de la vision stratégique des producteurs en 2013. Ces hypothèses ne présagent pas d'évolutions qui interviendraient dans les années futures en réponse aux orientations stratégiques d'EDF ou aux évolutions réglementaires.

RÉGLEMENTATION

Arrêté du 9 octobre 2008 (modifié par l'arrêté du 4 avril 2014) relatif à la nature des informations que les responsables d'activités nucléaires et les entreprises mentionnées à l'article L.1333-10 du code de la santé publique ont obligation d'établir, de tenir à jour et de transmettre périodiquement à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

▶ PRÉVISION DES VOLUMES (m³) DE DÉCHETS RADIOACTIFS À FIN 2020, À FIN 2030 ET À TERMINAISON SELON LES SCÉNARIOS DES INDUSTRIELS :

| CATÉGORIE | STOCKS À FIN 2013 | PRÉVISIONS À FIN 2020 | PRÉVISIONS À FIN 2030 | PRÉVISIONS À TERMINAISON |
|--------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| HA | 3 200 | 4 100 | 5 500 | 10 000 |
| MA-VL | 44 000 | 48 000 | 53 000 | 72 000 |
| FA-VL | 91 000 | 92 000 | 120 000 | 180 000 |
| FMA-VC | 880 000 | 1 000 000 | 1 200 000 | 1 900 000 |
| TFA | 440 000 | 650 000 | 1 100 000 | 2 200 000 |
| TOTAL | ~ 1 460 000 | ~ 1 800 000 | ~ 2 500 000 | ~ 4 300 000 |

▶ COMPARAISON DES PRÉVISIONS À FIN 2020 ET 2030 ÉVALUÉES À FIN 2010 ET 2013 :

| CATÉGORIE | PRÉVISIONS À FIN 2020 FAITES EN 2013 | PRÉVISIONS À FIN 2020 FAITES EN 2010 |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| HA | 4 100 | 4 000 |
| MA-VL | 48 000 | 45 000 |
| FA-VL | 92 000 | 89 000 |
| FMA-VC | 1 000 000 | 1 000 000 |
| TFA | 650 000 | 760 000 |
| TOTAL | ~1 800 000 | ~1 900 000 |

| CATÉGORIE | PRÉVISIONS À FIN 2030 FAITES EN 2013 | PRÉVISIONS À FIN 2030 FAITES EN 2010 |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| HA | 5 500 | 5 300 |
| MA-VL | 53 000 | 49 000 |
| FA-VL | 120 000 | 133 000 |
| FMA-VC | 1 200 000 | 1 200 000 |
| TFA | 1 100 000 | 1 300 000 |
| TOTAL | ~2 500 000 | ~2 700 000 |

Les évolutions de quantités prévisionnelles à fin 2020 et 2030 des déchets HA et MA-VL s'expliquent par les mêmes raisons que les évolutions des stocks à fin 2013, c'est-à-dire :

- une évolution des hypothèses de colirage des fûts de boues bitumées de Marcoule, se traduisant par une augmentation du volume conditionné de déchets MA-VL. Cette évolution ne correspond toutefois pas à une augmentation de la quantité de déchets radioactifs ;
- la décision de traitement des combustibles usés du réacteur EL4 (Brennilis) considérés précédemment comme des déchets ;

Les prévisions de production de déchets FMA-VC n'ont pas évolué significativement depuis la dernière édition.

La mise à jour du planning de démantèlement d'installations nucléaires, liée notamment à la disponibilité du futur centre de stockage FA-VL, conduit à une baisse des prévisions de production des déchets TFA et FA-VL à fin 2030.



Les prévisions à terminaison évaluées au 31/12/2013 ont été déclarées pour la première fois en 2014.

▶ PRÉVISIONS DES QUANTITÉS DE MATIÈRES RADIOACTIVES (tML) À FIN 2020 ET À FIN 2030 :

| CATÉGORIE | STOCKS À FIN 2013 | PRÉVISIONS À FIN 2020 | PRÉVISIONS À FIN 2030 |
|---|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Uranium naturel | extrait de la mine | 26 000 tML | 25 000 tML |
| | enrichi | 2 800 tML | 960 tML |
| | appauvri | 290 000 tML | 330 000 tML |
| Uranium issu du traitement des combustibles usés | en sortie de traitement | 27 000 tML | 34 000 tML |
| | enrichi | - | - |
| Combustibles à base d'oxyde d'uranium des réacteurs électrogènes (UOX, URE) | rebuts | - | - |
| | neufs | 440 tML | 440 tML |
| | en cours d'utilisation | 4 600 tML | 4 600 tML |
| Combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium des réacteurs électrogènes (MOX, SuperPhénix, Phénix) | en attente de traitement | 12 000 tML | 13 000 tML |
| | rebuts | 230 tML | 240 tML |
| | neufs | 38 tML | 45 tML |
| Combustibles des réacteurs de recherche | en cours d'utilisation | 410 tML | 490 tML |
| | en attente de traitement | 1 700 tML | 2 600 tML |
| | neufs | 0,2 tML | 0,2 tML |
| Plutonium | en cours d'utilisation | 0,2 tML | 0,1 tML |
| | en attente de traitement | 75 tML | 77 tML |
| | neufs | 52 tML | 33 tML |
| Thorium | 8 500 tML | 8 500 tML | 8 400 tML |
| Matières en suspension | 5 tML | 3 tML | - |
| Autres matières | 72 tML | 72 tML | 72 tML |
| Combustibles de la Défense nationale | 156 t | 212 t | 271 t |



Les prévisions données dans le tableau ci-dessus ne tiennent pas compte d'une éventuelle requalification des matières en déchets par le ministre chargé de l'énergie.

5. INVENTAIRES PROSPECTIFS

Une vision prospective des déchets et des matières qui seraient produits par l'ensemble des installations jusqu'à leur fin de vie est présentée ici. Ces quantités sont présentées suivant deux scénarios de politique électronucléaire volontairement contrastés. Ceci ne saurait préjuger des évolutions éventuelles de la politique énergétique française. 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 autorisées à fin 2013, ceci bien que le « scénario de poursuite » sous-entende la mise en service de nouvelles installations.

SCÉNARIO 1

POURSUITE DE LA PRODUCTION ÉLECTRONUCLÉAIRE

Ce scénario repose sur deux éléments : la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire et le maintien de la stratégie actuelle en matière de traitement de combustibles usés. Il considère une durée de fonctionnement moyenne de 50 ans pour l'ensemble des réacteurs, tout en garantissant une capacité totale maximum de production d'électricité d'origine nucléaire de 63,2 GWe. Il suppose que la totalité des combustibles consommés par les réacteurs autorisés à fin 2013 est traitée pour séparer les matières (uranium, plutonium) des déchets ultimes. Aucun combustible usé n'est alors stocké directement et tout le plutonium extrait des combustibles usés est recyclé, dans le parc actuel ou dans un futur parc, sous forme de combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium.

Compte-tenu du nombre et de l'âge des 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) produits par le parc existant, jusqu'à sa fin de vie, représenteraient environ 30 000 tML à recycler.

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. Il prend en compte une durée de fonctionnement des réacteurs de 40 ans. 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. Les dates d'arrêt de ces réacteurs permettent de prévoir que la séparation du plutonium par traitement des combustibles usés cessera d'être nécessaire à partir de 2019.

Dans ce scénario, environ 28 000 tML de combustibles usés, UOX 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 PROSPECTIFS ENVISAGÉS, À TERMINAISON :

| | | SCÉNARIO 1 | SCÉNARIO 2 |
|--------------------------|--|------------|----------------------|
| HA | Combustibles à base d'oxyde d'uranium des réacteurs électrogènes | | ~ 50 000 assemblages |
| | Combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium des réacteurs électrogènes | | ~ 7 000 assemblages |
| | Déchets vitrifiés (m ³) | 10 000 | 3 900 |
| MA-VL (m ³) | | 72 000 | 65 000 |
| FA-VL (m ³) | | 180 000 | 180 000 |
| FMA-VC (m ³) | | 1 900 000 | 1 800 000 |
| TFA (m ³) | | 2 200 000 | 2 100 000 |

La différence de volume des déchets HA et MA-VL constatée entre le scénario de poursuite et celui de non-renouvellement est due aux différences de stratégie industrielle de traitement de combustible usé et de durée de fonctionnement des installations considérées dans chacun des scénarios. L'augmentation des déchets FMA-VC et TFA s'explique uniquement par les différences de durée de fonctionnement des installations considérées dans chacun des scénarios.

PRÉCISION

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 en 2012 la faisabilité du stockage des combustibles usés. Les concepts de conteneurs de stockage utilisés pour cette démonstration représenteraient un volume d'environ 89 000 m³ (environ 8 fois plus que le volume non conditionné).



AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION
DES DÉCHETS RADIOACTIFS

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

www.andra.fr