

## DOSSIER DE PRESSE



# Inventaire national des matières et déchets radioactifs

Edition 2023

## Sommaire

- P.04 \_\_ Une base de données de référence et d'utilité publique
- P.05 \_\_ **Matières et déchets radioactifs, stockage et entreposage : quelques notions avant d'entrer dans l'*Inventaire national***
- P.06 \_\_ Les secteurs utilisant la radioactivité
- P.07 \_\_ Les catégories de matières radioactives
- P.08 \_\_ Les catégories de déchets radioactifs
- P.10 \_\_ Les volumes de matières et déchets radioactifs existants à fin 2021
- P.14 \_\_ Anticiper et s'adapter : des scénarios prospectifs pour une gestion maîtrisée sur le long terme
- P.19 \_\_ **De nombreuses autres informations sur l'histoire et le fonctionnement actuel des filières de gestion des matières et déchets radioactifs**
- P.22 \_\_ Les documents de l'*Inventaire national*

L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) est un établissement public à caractère industriel et commercial créé par la loi du 30 décembre 1991. Ses missions ont été complétées par la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, et parmi lesquelles figurent la réalisation de l'*Inventaire national*.

Indépendante des producteurs de déchets radioactifs, l'Andra est placée sous la tutelle des ministères en charge de l'énergie, de l'environnement et de la recherche. L'Andra met son expertise au service de l'État pour trouver, mettre en œuvre et garantir des solutions de gestion sûres pour l'ensemble des déchets radioactifs français afin de protéger les générations présentes et futures du risque que présentent ces déchets.

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

[www.flickr.com/photos/andra\\_france/](http://www.flickr.com/photos/andra_france/)

@Andra\_France

### Contact presse :

**Audrey Guillemenet**

[Audrey.guillemenet@andra.fr](mailto:Audrey.guillemenet@andra.fr)

07 86 52 51 41

Quel est le volume de déchets radioactifs produits en France ? Où sont-ils ? Par qui sont-ils produits ? Qu'est-ce qu'une « matière » radioactive ? Où vont les combustibles usés une fois sortis des réacteurs de centrales ? Quels impacts peuvent avoir les évolutions de politique énergétique sur les volumes de déchets radioactifs à stocker ? Les capacités de stockage et d'entreposage sont-elles suffisantes ?

En tant qu'Agence publique en charge de la gestion des déchets radioactifs français, l'Andra a pour mission de réaliser et de publier, tous les 5 ans, *l'Inventaire national des matières et des déchets radioactifs* situés sur le territoire français.

*L'Inventaire national* est une photographie des volumes déjà produits, en précisant la part des déchets stockés sur les centres de l'Andra, et la part des déchets et matières entreposés sur les sites de leur producteur ou détenteur, permettant ainsi de suivre les capacités de stockage et d'entreposage disponibles.

Cette nouvelle édition publiée en décembre 2023 répertorie et rend publiques les informations sur leur provenance, l'état des stocks et leur localisation au 31 décembre 2021.

Ce document de référence présente également une estimation des quantités de matières et déchets radioactifs qui seront produits dans les prochaines années, selon différents scénarios d'évolution possible de la politique énergétique française. Cette projection permet d'apporter des éléments pour anticiper et prendre les mesures adaptées afin d'assurer une continuité en termes de disponibilités d'entreposage et de stockage, sans présager des choix industriels qui pourraient être faits.

# Une base de données de référence et d'utilité publique

Les données disponibles dans *L'Inventaire national* proviennent des déclarations faites par les producteurs de déchets et les détenteurs de matières radioactives. Près de 1 000 déclarants ont contribué à l'édition 2023, au premier rang desquels figurent EDF, en tant qu'exploitant de centrales nucléaires, Orano, en tant qu'exploitant d'installations de gestion du cycle du combustible ou encore le CEA, en tant qu'exploitant de nombreuses unités de recherche.

La mission de l'Andra : vérifier ces déclarations et s'assurer de leur cohérence globale par rapport aux années précédentes. Les données communiquées sont également suivies par l'Autorité de sûreté nucléaire lors de ses inspections sur les installations des producteurs de déchets ou détenteurs de matières.

Tout au long de l'élaboration de *L'Inventaire national*, la rigueur et les vérifications faites par les équipes de l'Andra, en lien avec les producteurs de déchets et détenteurs de matières, font de *L'Inventaire national* une source d'information de référence. En plus des données chiffrées, *L'Inventaire national* apporte également un éclairage complet sur le fonctionnement des filières de gestion des matières et des déchets radioactifs.

Un comité de pilotage suit la réalisation de *L'Inventaire national* de bout en bout, pour valider la cohérence d'ensemble des données qui y sont présentées ainsi que les hypothèses retenues dans le cadre des scénarios prospectifs. Il rassemble autour de l'Andra une vingtaine de personnes issues :

- du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, ministère de tutelle de l'Agence,
- de différentes instances d'évaluation telles que l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), ou encore la Commission nationale d'évaluation (CNE2),
- des producteurs de déchets et de représentants du monde associatif.



Le cadre de la réalisation de *L'Inventaire national* a été précisé par la Loi de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs du 28 juin 2006.

Le premier *Inventaire national*, alors appelé *L'Observatoire*, a été publié en 1991. *L'Inventaire national* est devenu au fil des ans une base de données de référence mise à disposition du public, s'enrichissant édition après édition de nouvelles parties afin d'apporter un éclairage le plus complet possible sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs.

# Matières et déchets radioactifs, stockage et entreposage : quelques notions avant d'entrer dans l'*Inventaire national*

Matières, déchets, producteurs, détenteurs, entreposage, stockage, etc. La lecture de l'*Inventaire national* est jalonnée de termes techniques qui nécessitent de préciser à quoi ils font référence.

Les premières notions à distinguer figurent dès le titre : sont identifiées comme « matières » ce qui peut être recyclé ou qui présente un potentiel valorisable ; et sont identifiées comme « déchets » ce qui ne peut pas être recyclé.

À partir de cette première distinction en découle une autre portant sur leur destination :

- les matières radioactives sont entreposées temporairement 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 retraitement des combustibles usés, cette réutilisation est déjà effective sur le plan industriel depuis plus d'une trentaine d'années. Les installations d'entreposage relèvent de la responsabilité des détenteurs de matières radioactives ;
- du fait de l'absence d'usages futurs, les déchets radioactifs sont destinés à être stockés définitivement dans des installations dédiées. Le stockage vise à assurer la protection de l'Homme et l'environnement contre les risques que présentent ces déchets sur le long terme. Les centres de stockage relèvent de la responsabilité de l'Andra. Avant d'être pris en charge sur les centres de l'Andra, les déchets radioactifs passent par une étape d'entreposage sur leur site de production ou sur des installations dédiées.



Selon le code de l'environnement :

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

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

En France, les principes de gestion des matières et déchets radioactifs s'inscrivent dans un cadre réglementaire strict défini au niveau européen, par la directive européenne 2011/70/ Euratom du conseil du 19 juillet 2011, et au niveau national par la loi du 28 juin 2006, dont résulte notamment le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). Ce dernier est un outil de pilotage qui dresse le bilan des modes de gestion existants en France pour les matières et les déchets radioactifs, recense les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, et définit les orientations stratégiques pour la durée du plan. La cinquième édition du plan, qui a fait l'objet d'un débat public, s'appliquera pour une période de cinq ans, de 2022 à 2026.

# Les secteurs utilisant la radioactivité

Différents secteurs économiques utilisent des matériaux radioactifs et produisent des déchets radioactifs. Cette radioactivité pouvant présenter un risque pour la santé et l'environnement, les matières et déchets radioactifs font l'objet d'une gestion spécifique.

## *i* La radioactivité

La radioactivité est un phénomène naturel qui existe depuis l'origine de l'Univers. Il s'agit du phénomène selon lequel, en se désintégrant, certains atomes instables – qu'on appelle radionucléides – expulsent de l'énergie sous forme de rayonnement et/ou de particules. La radioactivité peut aussi être créée artificiellement par des activités humaines.



### ► INDUSTRIE ÉLECTRONUCLÉAIRE

Principalement les centrales nucléaires de production d'électricité, ainsi que les usines dédiées à la fabrication du combustible (extraction et traitement du minerai d'uranium, conversion chimique et enrichissement des concentrés d'uranium), au retraitement du combustible nucléaire usé et au recyclage d'une partie des matières extraites de celui-ci.



### ► INDUSTRIE NON ÉLECTRONUCLÉAIRE

L'extraction de terres rares, la fabrication de sources scellées mais aussi diverses applications comme le contrôle de soudures, la stérilisation de matériels médicaux, la stérilisation et la conservation de produits alimentaires, etc.



### ► DÉFENSE

Principalement la force de dissuasion, dont la propulsion nucléaire de certains navires ou sous-marins, la recherche associée mais également les activités liées aux armées.



### ► RECHERCHE

La recherche dans le domaine du nucléaire civil, du médical, de la physique nucléaire et des particules, de l'agronomie, de la chimie, de la biologie, etc.



### ► MÉDECINE

Les activités diagnostiques et thérapeutiques (scintigraphie, radiothérapie, etc.).

# Les catégories de matières radioactives

## L'URANIUM NATUREL

- **Uranium naturel (extrait des mines)** : présent dans certaines roches sous forme de minerai. Il est extrait, traité et mis sous forme d'un concentré solide d'uranium appelé Yellow Cake. Aujourd'hui, il ne subsiste aucune mine d'uranium en exploitation en France, la totalité de l'uranium naturel provient de l'étranger.
- **Uranium naturel enrichi**, obtenu en augmentant la concentration en uranium 235 de l'uranium naturel : il sert à la fabrication des combustibles pour les réacteurs nucléaires.
- **Uranium appauvri**, obtenu lors du procédé d'enrichissement de l'uranium naturel : il est transformé en matière solide, chimiquement stable, incombustible, insoluble et non corrosive. Il se présente sous la forme d'une poudre noire dont une partie est utilisée pour la fabrication de combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX).

## LES MATIÈRES LIÉES À L'EXTRACTION DE TERRES RARES

Les terres rares (métaux naturellement présents dans l'écorce terrestre) sont extraites de minerais tels que la monazite et utilisées dans de nombreuses applications (matériels électroniques, catalyseurs automobiles, etc.). Leur traitement produit des matières telles que le thorium ou des matières en suspension issues du traitement et de la neutralisation des effluents chimiques.



Yellow Cake.

## LES MATIÈRES ISSUES DU RETRAITEMENT DES COMBUSTIBLES USÉS

- **L'uranium de retraitement (URT)** récupéré lors du retraitement des combustibles usés, peut servir à la fabrication de nouveaux combustibles.
- **Le plutonium** est un élément radioactif artificiel généré par le fonctionnement des réacteurs nucléaires. Il est récupéré au même titre que l'uranium lors du retraitement des combustibles usés. Il est ensuite utilisé dans la fabrication de combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX).

**LES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES** utilisés dans les centrales nucléaires pour la production d'électricité, pour la recherche ou la Défense. Ils peuvent être neufs, en cours d'utilisation, usés en attente de retraitement ou sous forme de rebus :

- **des combustibles à l'uranium naturel enrichi (UNE)** à base d'oxyde d'uranium ;
- **des combustibles à l'uranium de retraitement enrichi (URE)** à base d'oxyde d'uranium provenant de l'enrichissement de l'URT ;
- **des combustibles MOX, à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium** utilisés dans certaines centrales nucléaires.
- **des combustibles** utilisés dans les réacteurs de recherche ;
- **des combustibles de la défense nationale**, utilisés pour la force de dissuasion et dans les réacteurs embarqués de la propulsion nucléaire ;
- **des combustibles des réacteurs à neutrons rapides (RNR)**, à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium.



Pastilles de combustible.

# Les catégories de déchets radioactifs

Les déchets radioactifs peuvent être de natures très diverses et en fonction de leur composition, ils sont plus ou moins radioactifs, pendant plus ou moins longtemps. Ils sont classés en six catégories :

## Description des catégories de déchets radioactifs

HA

### LES DÉCHETS DE HAUTE ACTIVITÉ

 Haut : plusieurs milliards de Bq/g

 Jusqu'à très long (jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années)

 Stockage en couche géologique profonde en projet<sup>1</sup>

Ils sont principalement issus du retraitement du combustible usé<sup>2</sup> (après utilisation dans un réacteur nucléaire). Il s'agit de résidus hautement radioactifs provenant de la dissolution chimique des combustibles usés. Ces déchets sont incorporés dans du verre puis conditionnés dans des conteneurs en acier inoxydable.



 Colis de déchets HA.

MA-VL

### LES DÉCHETS DE MOYENNE ACTIVITÉ À VIE LONGUE

 Moyen : un million à un milliard de Bq/g

 Long à très long (jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années)

 Stockage en couche géologique profonde en projet<sup>1</sup>

Il s'agit majoritairement de déchets de structures métalliques entourant les combustibles (coques et embouts) issus du retraitement du combustible usé<sup>2</sup> et dans une moindre mesure de déchets technologiques liés à l'usage et à la maintenance des installations nucléaires, des déchets issus du traitement des effluents liquides (boues bitumées) et des déchets activés ayant séjourné dans les réacteurs nucléaires.



 Coques issues des gaines en alliage de zirconium qui enrobent les pastilles de combustible.

FA-VL

### LES DÉCHETS DE FAIBLE ACTIVITÉ À VIE LONGUE

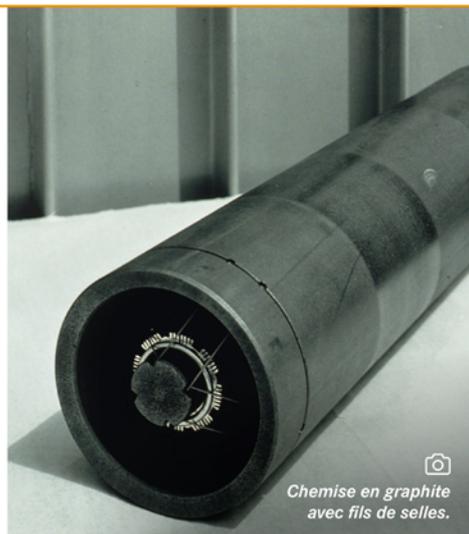
 Faible : quelques dizaines à plusieurs centaines de milliers de Bq/g

 Long à très long (jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années)

 Stockage à l'étude

Ils regroupent :

- des déchets de graphite provenant du fonctionnement et du démantèlement des premières centrales nucléaires ;
- des déchets radifères (contenant du radium) provenant essentiellement d'activités industrielles non électronucléaires telles que l'extraction des terres rares ;
- d'autres types de déchets tels que certains colis de déchets anciens conditionnés dans du bitume, des résidus de traitement de conversion de l'uranium issus de l'usine d'Orano située à Malvézi, des déchets d'exploitation de l'usine de retraitement de La Hague.



 Chemise en graphite avec fils de selles.

 Niveau d'activité.

 Temps nécessaire à la décroissance de la radioactivité (jusqu'à un seuil ne présentant pas de risque pour la santé humaine et l'environnement). Il est fonction de la période radioactive.

 Mode de gestion des déchets ultimes.

FMA-VC

**LES DÉCHETS DE FAIBLE ET MOYENNE ACTIVITÉ À VIE COURTE**

 **Faible à moyen : quelques centaines à un million de Bq/g**

 **Court (jusqu'à environ 300 ans)**

 **Stockage en surface existant<sup>3</sup>**

Ils sont principalement issus du fonctionnement (traitement des effluents liquides ou filtrations des effluents gazeux, etc.), de la maintenance (vêtements, outils, gants, filtres, etc.) et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible, des centres de recherche. Ils proviennent aussi, pour une faible part, de la recherche médicale.



*Déchets issus de l'utilisation de produits radioactifs dans un laboratoire.*

TFA

**LES DÉCHETS DE TRÈS FAIBLE ACTIVITÉ**

 **Très faible : inférieur à 100 Bq/g**

 **Non déterminant<sup>4</sup>**

 **Stockage en surface existant<sup>5</sup>**

Ils sont majoritairement issus du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible, des centres de recherche. Les déchets TFA se présentent généralement sous la forme de déchets inertes (béton, gravats, terres, etc.), de déchets métalliques ou plastiques.



*Déchets gravats issus de démantèlement.*

VTC

**LES DÉCHETS À VIE TRÈS COURTE**

 **Très faible à moyen**

 **Très court (jusqu'à environ trois ans)**

 **Gestion par décroissance**

Ils proviennent majoritairement du secteur médical ou de la recherche. Pour le médical, il peut s'agir d'effluents liquides ou gazeux, de déchets solides ou liquides contaminés générés par l'utilisation de radionucléides dans ce domaine.



*Cuves de décroissance.*

1 *Projet Cigéo, dont la demande d'autorisation de création a été déposée en janvier 2023.*

2 *Le retraitement des combustibles usés permet de séparer les matières valorisables (plutonium, uranium) des résidus ultimes qui constituent les déchets HA et MA-VL. Les matières peuvent être recyclées pour fabriquer de nouveaux combustibles. Les déchets sont entreposés sur les sites de retraitement en attente de leur stockage.*

3 *Centres de stockage de l'Aube (CSA) et de la Manche (CSM).*

4 *Au regard de leur très faible activité, le critère de temps n'entre pas en compte dans la classification de cette catégorie de déchets.*

5 *Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage dans l'Aube (Cires).*

# Les volumes de matières et déchets radioactifs existants à fin 2021

L'édition 2023 de l'*Inventaire national* recense les matières et déchets radioactifs présents sur le territoire français au 31 décembre 2021 sur la base des informations fournies par leurs détenteurs.

## LES MATIÈRES RECENSÉES

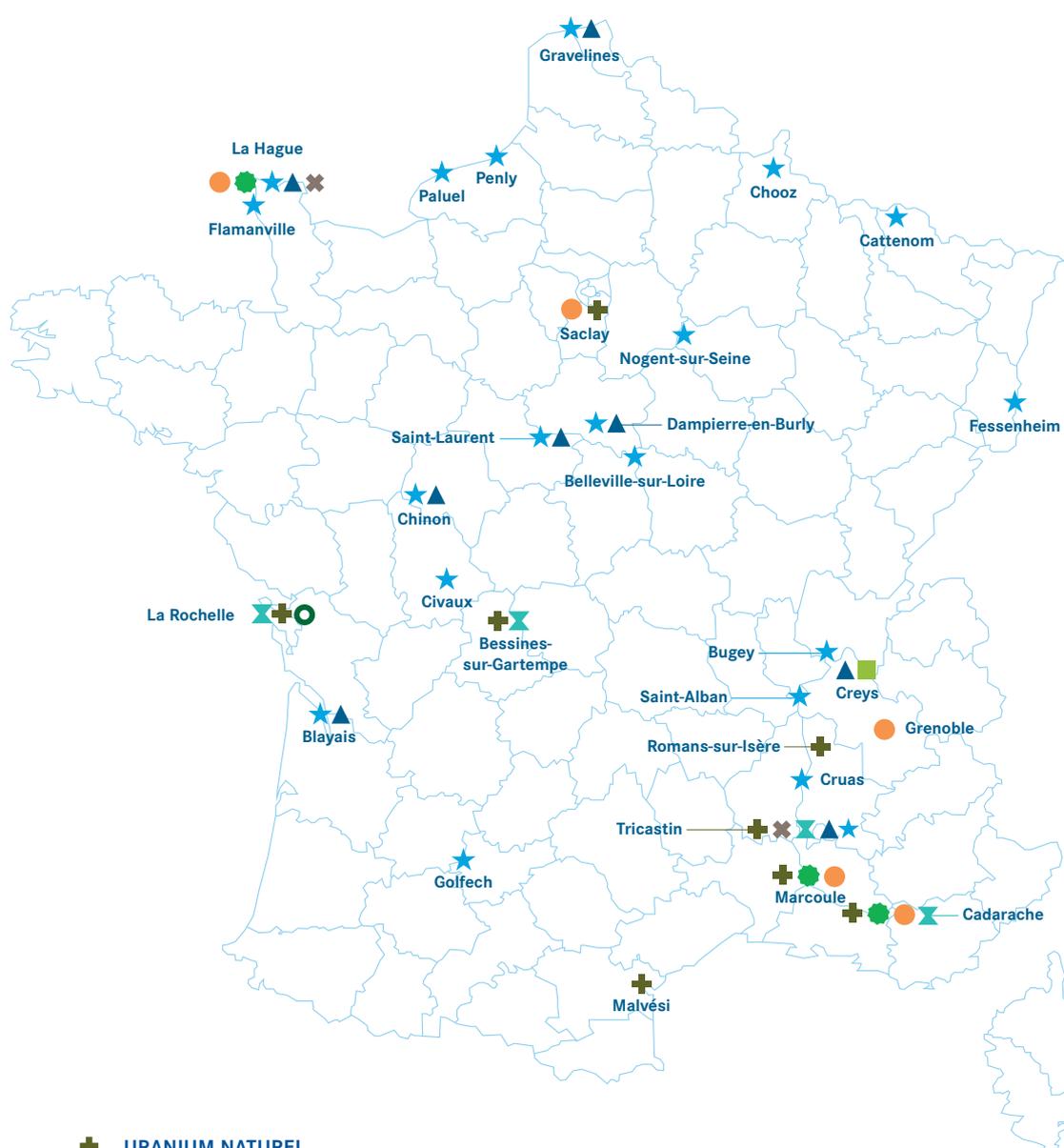
Les détenteurs de matières sont essentiellement les acteurs du cycle du combustible nucléaire, tous les exploitants de réacteurs nucléaires (électronucléaire, défense nationale, recherche), et les acteurs de l'industrie chimique détenant des matières radioactives dans le cadre de leur activité (extraction de terres rares par exemple).

Matières radioactives	Masse à fin 2021 (tML sauf les combustibles usés de la défense nationale en tonne)	Écart 2021/2016 (tML sauf les combustibles usés de la défense nationale en tonne)
Combustibles UNE avant utilisation	733	+ 285
Combustibles UNE en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires	3 970	- 476
Combustibles UNE usés, en attente de retraitement	11 200	- 198
Combustibles URE avant utilisation	-	-
Combustibles URE en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires	-	- 53
Combustibles URE usés, en attente de retraitement	630	+ 52
Combustibles mixtes uranium-plutonium avant utilisation ou en cours de fabrication	11	- 27
Combustibles mixtes uranium-plutonium en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires	215	- 215
Combustibles mixtes uranium-plutonium usés, en attente de retraitement	2 390	+ 558
Rebuts de combustibles mixtes uranium-plutonium non irradiés en attente de retraitement	337	+ 70
Rebuts de combustibles uranium non irradiés en attente de retraitement	-	-
Combustibles usés RNR, en attente de retraitement	125	+ 5
Combustibles des réacteurs de recherche avant utilisation	0,04	+ 0,04
Combustibles en cours d'utilisation dans les réacteurs de recherche	0,7	- 0,1
Autres combustibles usés civils	61	+ 1
Combustibles usés de la défense nationale	202	+25
Plutonium séparé non irradié sous toutes ses formes physico-chimiques	65	+ 12
Uranium naturel extrait de la mine, sous toutes ses formes physico-chimiques	37 800	+ 7 910
Uranium naturel enrichi, sous toutes ses formes physico-chimiques	3 290	- 562
Uranium enrichi issu du retraitement des combustibles usés, sous toutes ses formes physico-chimiques	-	-
Uranium issu du retraitement des combustibles usés, sous toutes ses formes physico-chimiques	34 200	+ 4 580
Uranium appauvri, sous toutes ses formes physico-chimiques	324 000	+ 14 300
Thorium, sous la forme de nitrates et d'hydroxydes	8 510	- 54
Matières en suspension (sous-produits du traitement des minerais de terres rares)	5	- 0,1
Autres matières	70	-

Les évolutions constatées entre les quantités de matières radioactives de l'édition 2018 et de l'édition 2023 de l'*Inventaire national* proviennent principalement de l'exploitation courante du parc électronucléaire français.

Elles s'expliquent en grande partie par l'activité des usines de fabrication de combustibles neufs et de recyclage des combustibles usés, dont l'activité peut varier en fonction des besoins pour le fonctionnement des réacteurs nucléaires.

### ➤ LES SITES D'ENTREPOSAGE DES MATIÈRES RADIOACTIVES AU 32/12/2021



- |   |  |   |                        |
|---|--|---|------------------------|
| + | URANIUM NATUREL                                    | × | THORIUM                |
| × | URANIUM ISSU DU RETRAITEMENT DES COMBUSTIBLES USÉS | ○ | MATIÈRES EN SUSPENSION |
| ★ | COMBUSTIBLES À BASE D'OXYDE D'URANIUM (UNE, URE)   | ● | PLUTONIUM              |
| ▲ | COMBUSTIBLES À BASE D'OXYDE MIXTE (MOX, RNR)       | ■ | AUTRES MATIÈRES        |
| ● | COMBUSTIBLES DES RÉACTEURS DE RECHERCHE            |   |                        |

## LES DÉCHETS DÉJÀ STOCKÉS OU DESTINÉS À ÊTRE PRIS EN CHARGE PAR L'ANDRA

### ► BILAN DES VOLUMES (m<sup>3</sup>) DE DÉCHETS PRÉSENTS SUR LES SITES DES PRODUCTEURS/DÉTENTEURS ET STOCKÉS DANS LES CENTRES DE L'ANDRA À FIN 2021

Catégorie	Total	Sur sites producteurs/détenteurs	Stockés dans les centres de l'Andra	Capacité des stockages existants
HA	4 320	4 320	- <sup>(1)</sup>	-
MA-VL	39 500	39 500	- <sup>(1)</sup>	-
FA-VL	103 000	103 000	- <sup>(1)</sup>	-
FMA-VC	981 000	91 000	890 000	1 530 000
TFA	633 000	203 000	430 000	650 000
DSF	304	304	-	-
Total	~ 1 760 000 m <sup>3</sup>	~ 441 000	~ 1 320 000	2 180 000
		25 %	75 %	

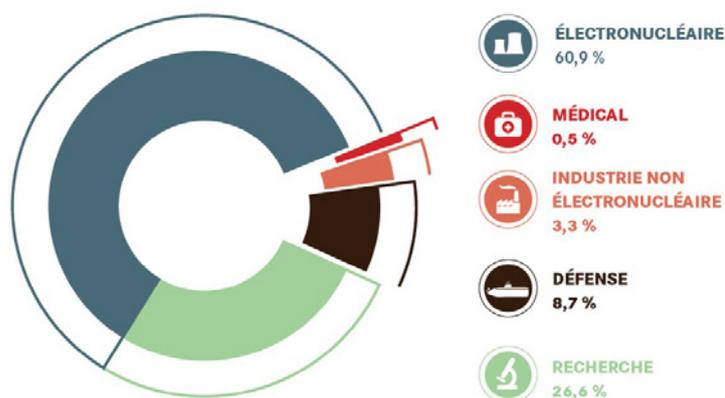
Les déchets FMA-VC et TFA entreposés sur leur site de production sont en attente de reprise, de conditionnement ou d'évacuation vers les centres de stockage de l'Andra.

L'édition 2023 répertorie environ 1 760 000 m<sup>3</sup> de déchets radioactifs déjà produits à fin 2021.

Ce volume représente une augmentation d'environ 220 000 m<sup>3</sup> depuis l'édition 2018. Cela correspond à la production courante de déchets pendant 5 ans. Le suivi d'année en année montre que les évolutions de ces volumes sont régulières et sont principalement liées à la production courante des différents types d'installations nucléaires.

Ces volumes proviennent de plusieurs secteurs d'activité :

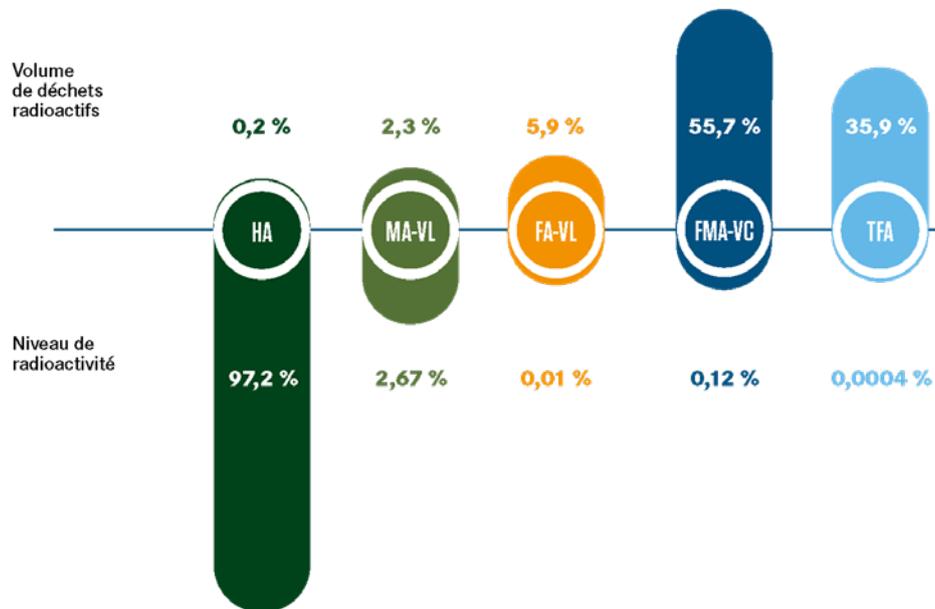
### ► RÉPARTITION DES DÉCHETS RADIOACTIFS À FIN 2021 PAR SECTEUR ÉCONOMIQUE



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

Dans leurs déclarations, les producteurs de déchets précisent les volumes de déchets mais aussi une évaluation des niveaux de radioactivité contenus dans ces déchets.

➤ **RÉPARTITION DU VOLUME ET DES NIVEAUX DE RADIOACTIVITÉ DES STOCKS DE DÉCHETS À FIN 2021**



Les données de l'édition 2023 permettent de confirmer<sup>1</sup> les différences très nettes entre les catégories de déchets, en termes de volumes et en termes de niveaux de radioactivité :

- les déchets moins radioactifs représentent le volume le plus important - 97,5 % - et concentrent moins de 0,5 % de la radioactivité contenue dans ces déchets ;
- les déchets les plus radioactifs représentent environ 2,5 % du volume mais concentrent à eux seuls plus de 99,5 % de la radioactivité.

C'est pourquoi, pour protéger l'Homme et l'environnement sur le long terme, les centres de stockage sont adaptés à la dangerosité et à la durée de vie des déchets radioactifs :

- les déchets de très faible activité sont stockés depuis 2003 dans un centre de stockage de surface au Cires exploitée par l'Andra dans le département de l'Aube ;
- les déchets de faible et moyenne activité principalement à vie courte sont également stockés en surface au Centre de stockage de l'Aube depuis 1992, après avoir été stockés entre 1969 et 1994 dans le Centre de stockage de la Manche ;
- les déchets de faible activité à vie longue, qui font l'objet d'études, notamment en vue de leur stockage à faible profondeur ;
- et les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue, destinés à être prise en charge dans Cigéo, projet de stockage géologique profond dont le dossier de demande d'autorisation de création est en cours d'instruction par l'Autorité de sûreté nucléaire.

<sup>1</sup> D'une édition à une autre, la répartition entre les volumes et les niveaux d'activités peuvent varier. Ces variations s'expliquent par exemple par l'augmentation des volumes, ou encore une amélioration des connaissances sur certains types de déchets.

# Anticiper et s'adapter : des scénarios prospectifs pour une gestion maîtrisée sur le long terme

La gestion des matières et des déchets radioactifs nécessite d'avoir une vision à moyen et long terme des volumes à venir : cette projection est nécessaire pour anticiper et prendre les mesures adaptées afin d'assurer une continuité en termes de disponibilités d'entreposage et de stockage, et *in fine* protéger l'Homme et l'environnement contre les risques que ces matières et déchets peuvent présenter.

Cette projection est réalisée selon différentes stratégies ou évolutions possibles de la politique énergétique française, afin de contribuer à en éclairer les décisions : poursuite ou arrêt du nucléaire, poursuite ou arrêt du recyclage des combustibles usés, etc. et sur différentes échéances de temps.

Différents scénarios sont établis de manière concertée, dans le cadre du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) qui, en tant qu'outil de pilotage, prend en compte les grandes orientations de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE2) en vigueur, afin de s'assurer que les orientations qu'il définit en matière de gestion des matières et déchets radioactifs sont compatibles avec la stratégie nationale en matière d'énergie.

## SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES SCÉNARIOS PROSPECTIFS

Les quatre scénarios s'appuient sur les hypothèses communes suivantes :

- les réacteurs du parc actuel sont au nombre de 57 : les 56 réacteurs en fonctionnement et le réacteur EPR de Flamanville (mise en service prévue mi-2024) ;
- une durée de fonctionnement des réacteurs égale à 60 ans, hormis pour 12 d'entre eux progressivement mis à l'arrêt entre 2027 et 2035 (cf. PPE2 en vigueur) ;
- une reprise de l'utilisation d'uranium de retraitement (URT) pour la fabrication de combustibles ;
- un recyclage du plutonium extrait lors du retraitement des combustibles usés sous forme de combustibles mixtes uranium-plutonium (MOX).

Les quatre scénarios prévoient un chemin commun jusqu'à l'horizon 2040. Ils divergent ensuite selon différentes hypothèses, dont les principales sont :

- le renouvellement ou non-renouvellement du parc électronucléaire actuel ;
- le choix en matière de retraitement du combustible : arrêt ou poursuite (mono-recyclage) du recyclage des combustibles à l'uranium naturel enrichi (UNE) usés, mise en œuvre du recyclage des combustibles à l'uranium de retraitement enrichi (URE) ou MOX usés (multi-recyclage) ;
- le type, le rythme de déploiement et la nature des combustibles utilisés (combustibles UNE, URE ou MOX) dans un éventuel parc de réacteurs futurs (EPR2 et/ou RNR).



## Stratégie de retraitement des combustibles usés

La politique énergétique française prévoit le retraitement, ou recyclage, des combustibles usés après leur utilisation dans les réacteurs nucléaires. Cette opération permet d'extraire le plutonium et l'uranium appauvri, dans la perspective de les ré-utiliser pour la fabrication de nouveaux combustibles. Peuvent être envisagés :

- le « **mono-recyclage** », qui consiste à ne retraiter que les combustibles usés de type UNE (uranium naturel enrichi), combustibles qui sont en grande partie utilisés par les réacteurs actuels. Le retraitement est assuré par une usine du groupe Orano, basée à La Hague.
- le « **multi-recyclage** », qui consiste à retraiter la totalité des combustibles usés des centrales nucléaires, quel que soit leur type : ceux cités précédemment, les combustibles UNE, mais également les combustibles fabriqués avec les matières issus du retraitement.

L'Andra analyse également quel serait l'impact de l'arrêt du retraitement des combustibles usés ce qui aurait alors pour conséquences de considérer les combustibles usés comme déchets.

## SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS

		S1	S2	S3	S4
<b>Production électronucléaire</b>		Poursuite			Non renouvellement
<b>Durée totale de fonctionnement des réacteurs</b>		60 ans hors fermeture de 12 réacteurs entre 2027 et 2035 (cf. PPE 2019-2018)			
<b>Type de réacteurs déployés dans le futur parc</b>		EPR2 puis RNR	EPR2	EPR2	-
<b>Retraitement des combustibles usés</b>		Multi-recyclage	Mono-recyclage	Arrêt du retraitement	Arrêt du retraitement
		Tous : UNE, URE, MOX, EL4, RNR Phénix et Superphénix, Recherche	UNE à terminaison, EL4	UNE à horizon 2040	UNE à horizon 2040
<b>Requalification des matières en déchets</b>		Aucune	Combustibles Usés : URE, MOX, RNR Phénix et Superphénix, Recherche hors EL4  Uranium appauvri, plutonium de la recherche	Combustibles Usés : UNE (après 2040), URE, MOX, RNR Phénix et Superphénix, Recherche dont EL4  Uranium appauvri, plutonium de la recherche	Combustibles Usés : UNE (après 2040), URE, MOX, RNR Phénix et Superphénix, Recherche dont EL4  Uranium appauvri, plutonium de la recherche
<b>HA</b>	Combustibles UNE usés	-	-	14 500 tML ~ 7 000 m <sup>3</sup>	14 500 tML ~ 7 000 m <sup>3</sup>
	Combustibles URE usés	-	6 110 tML ~ 3 000 m <sup>3</sup>	6 110 tML ~ 3 000 m <sup>3</sup>	6 110 tML ~ 3 000 m <sup>3</sup>
	Combustibles MOX usés	-	5 030 tML ~ 3 000 m <sup>3</sup>	5 030 tML ~ 3 000 m <sup>3</sup>	5 030 tML ~ 3 000 m <sup>3</sup>
	Rébuts MOX	-	386 tML ~ 200 m <sup>3</sup>	386 tML ~ 200 m <sup>3</sup>	386 tML ~ 200 m <sup>3</sup>
	Combustibles RNR usés	-	149 tML ~ 100 m <sup>3</sup>	149 tML ~ 100 m <sup>3</sup>	149 tML ~ 100 m <sup>3</sup>
	Combustibles usés de la Recherche	-	6,4 tML ~ 10 m <sup>3</sup>	56 tML ~ 100 m <sup>3</sup>	56 tML ~ 100 m <sup>3</sup>
	Plutonium séparé non irradié	-	2 tML ~ 20 m <sup>3</sup>	2 tML ~ 20 m <sup>3</sup>	2 tML ~ 20 m <sup>3</sup>
	Autres matières	-	70 tML ~ 90 m <sup>3</sup>	70 tML ~ 90 m <sup>3</sup>	70 tML ~ 90 m <sup>3</sup>
	Déchets à terminaison hors matières requalifiées en déchets	11 800 m <sup>3</sup>	8 960 m <sup>3</sup>	6 890 m <sup>3</sup>	6 890 m <sup>3</sup>
	Total HA à terminaison	11 800 m <sup>3</sup>	15 380 m <sup>3</sup>	20 400 m <sup>3</sup>	20 400 m <sup>3</sup>
<b>MA-VL</b>	Déchets à terminaison	68 800 m <sup>3</sup>	67 100 m <sup>3</sup>	63 200 m <sup>3</sup>	63 200 m <sup>3</sup>
<b>FA-VL</b>	Uranium appauvri	-	899 000 tML ~ 300 000 m <sup>3</sup>	899 000 tML ~ 300 000 m <sup>3</sup>	899 000 tML ~ 300 000 m <sup>3</sup>
	Déchets à terminaison	218 000 m <sup>3</sup>	218 000 m <sup>3</sup>	218 000 m <sup>3</sup>	218 000 m <sup>3</sup>
<b>FMA-VC</b>	Déchets à terminaison	1 870 000 m <sup>3</sup>	1 870 000 m <sup>3</sup>	1 850 000 m <sup>3</sup>	1 850 000 m <sup>3</sup>
<b>TFA</b>	Déchets à terminaison	2 430 000 m <sup>3</sup>	2 410 000 m <sup>3</sup>	2 400 000 m <sup>3</sup>	2 400 000 m <sup>3</sup>

Tonne de métal lourd : Valeur arrondie à 3 chiffres significatifs

Volume équivalent conditionné : Valeur arrondie à 3 chiffres significatifs pour les déchets radioactifs et 1 chiffre significatif pour les matières requalifiées

\* L'uranium appauvri d'Orano pourrait être valorisé dans des filières autres que celle électronucléaire en accord avec les études menées dans le cadre du PNGMDR 2022-2026 afin de « définir des plans de valorisations des matières radioactives » ou dans des filières électronucléaires à l'étranger.

Le terme « à terminaison » signifie à la fin du démantèlement des installations nucléaires autorisées à fin 2021

Les différents scénarios montrent que la poursuite du retraitement des combustibles usés a un impact direct sur la quantité de déchets vitrifiés (HA) et des déchets de structures métalliques entourant les combustibles (MA-VL) : plus le parc fonctionne longtemps, plus il y a de combustibles à retraiter, et plus le volume de ces déchets à terminaison est élevé. La nature et la quantité de déchets HA et MA-VL sont également impactées par la stratégie de gestion des combustibles usés du parc actuel, et en particulier les stratégies de mono-recyclage ou de multi-recyclage. À noter que les combustibles usés, du fait de leurs caractéristiques, relèveraient de la catégorie HA s'ils étaient requalifiés en déchets.

Pour les autres déchets (TFA, FMA-VC et FA-VL), les différents scénarios impactent peu, voire pas du tout, les volumes prévisionnels.

À noter que pour les trois scénarios envisageant le renouvellement du parc nucléaire, les estimations prospectives ne concernent que les déchets du parc actuel, donc ne prennent pas en compte les déchets et matières qui seraient générés par l'éventuel parc de réacteurs qui prendraient leurs relais mentionnés dans les hypothèses. Si de nouveaux réacteurs étaient autorisés, le volume de leurs déchets serait alors à ajouter aux volumes prévisionnels.

## **PROJETS DE NOUVEAUX RÉACTEURS ET D'ALLONGEMENT DE LA DURÉE DE VIE DE RÉACTEURS EXISTANTS**

Afin d'apporter un éclairage complet sur les enjeux des filières de gestion des déchets radioactifs, le chapitre relatif aux scénarios prospectifs de l'édition 2023 de l'*Inventaire national* est complété par une partie « Perspectives ».

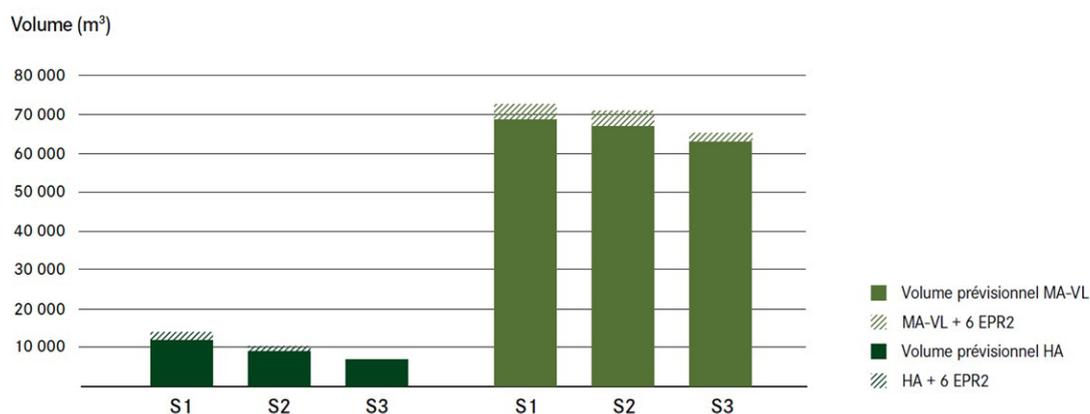
Cette partie présente les résultats d'études réalisées par l'Andra sur le volume des déchets radioactifs générés par le potentiel déploiement de 6 nouveaux réacteurs ou le prolongement de l'exploitation de réacteurs existants. Elle complète ainsi l'évaluation réalisée pour les installations actuellement autorisées et permet ainsi d'évaluer les volumes prévisionnels de déchets radioactifs en couvrant des orientations actuelles de politique énergétique.



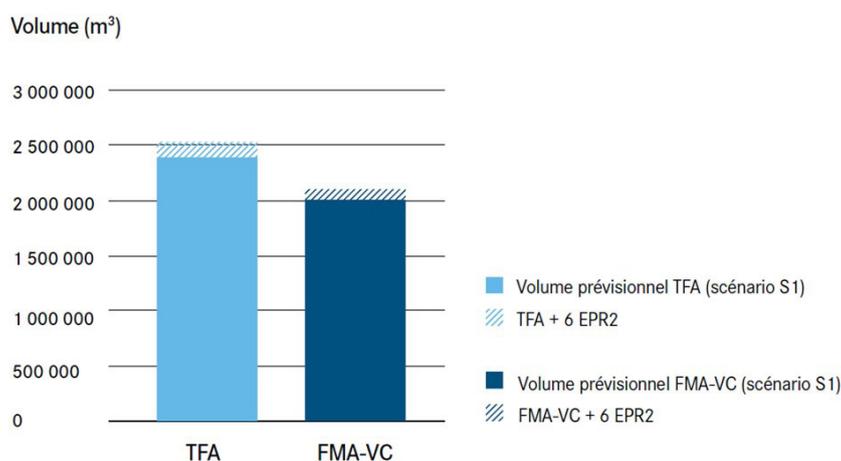
## VOLUMES ESTIMÉS DE DÉCHETS RADIOACTIFS PRODUITS PAR L'EXPLOITATION DE 6 RÉACTEURS DE TYPE EPR2

Sur sollicitation du gouvernement dans la perspective du rapport *Travaux relatifs au nouveau nucléaire* publié en février 2022, l'Andra a réalisé une première évaluation technique de l'impact de l'éventuel déploiement de 6 nouveaux réacteurs EPR2 sur les filières de stockage de déchets radioactifs en exploitation ou en projet.

### ► VOLUMES ESTIMÉS DE DÉCHETS DES CATÉGORIES HA ET MA-VL PRODUITS PAR L'EXPLOITATION DE SIX RÉACTEURS DE TYPE EPR2



### ► VOLUMES ESTIMÉS DE DÉCHETS DES CATÉGORIES FMA-VC ET TFA PRODUITS PAR L'EXPLOITATION DE SIX RÉACTEURS DE TYPE EPR2



À titre de comparaison par rapport aux scénarios prospectifs de l'*Inventaire national*, l'étude préliminaire réalisée par l'Andra montre que l'augmentation du volume des déchets radioactifs produits par 6 nouveaux réacteurs serait :

- concernant les déchets HA, selon la stratégie de recyclage du combustible, de l'ordre de 16 % (multirecyclage) ou 11 % (monorecyclage). En cas de scénario d'arrêt du retraitement, les combustibles usés seraient alors requalifiés en déchets ;
- concernant les déchets MA-VL, comprise entre 4 % et 6 % selon la stratégie de recyclage du combustible ;
- concernant les déchets TFA et FMA-VC, de l'ordre de 5 % et ce quelque soit la stratégie de recyclage du combustible.

## PROLONGEMENT DE L'EXPLOITATION DE RÉACTEURS EXISTANTS

Dans les scénarios prospectifs de l'*Inventaire national*, les hypothèses de durée de fonctionnement ont été prises conformément à la Programmation pluriannuelle de l'énergie en vigueur (PPE2), qui prévoyait l'arrêt de 12 réacteurs d'ici 2035.

Sans préjuger de la position de l'ASN quant à la poursuite d'exploitation de ces installations, l'Andra a réalisé une analyse pour évaluer la quantité de déchets si la durée d'exploitation de ces 12 réacteurs étaient prolongées de 10 ans.

### ► VOLUME CONDITIONNÉ DE DÉCHETS DE FONCTIONNEMENT D'UN RÉACTEUR AU COURS D'UNE ANNÉE

Catégorie	
HA	De l'ordre de 3 m <sup>3</sup>
MA-VL	De l'ordre de 3 m <sup>3</sup>
FMA-VC	Entre 110 et 150 m <sup>3</sup>
TFA	Entre 60 et 80 m <sup>3</sup>

### ► IMPACT DES QUANTITÉS DE DÉCHETS PRODUITS PAR L'EXPLOITATION DE 12 RÉACTEURS PENDANT 10 ANS

Catégorie	
HA	Entre 2 % et 5 % suivant les scénarios
MA-VL	Inférieur à 1 %
FMA-VC	Inférieur à 1 %
TFA	Inférieur à 1 %



## Les projets de petits réacteurs SMR/AMR\* :

Le développement de réacteurs nucléaires modulaires de petits tailles, dits SMR ou AMR, est à l'étude avec de nombreux projets. Ce développement s'inscrit notamment dans le cadre de l'appel à projet France 2030 sur les « Réacteurs nucléaires innovants ». Ces réacteurs sont de taille et puissance plus faibles que celles des réacteurs actuellement en activité. Ils font appel à différentes technologies et ne sont pas tous au même stade de développement.

Comme toute installation nucléaire, les SMR et AMR produiront des déchets radioactifs qui devront faire l'objet d'autorisations pour être stockés dans les installations de l'Andra. Leur développement n'est pas suffisamment avancé à ce stade pour présenter les typologies et volumes de déchets produits. Néanmoins, l'Andra regarde ce sujet de près, afin notamment d'accompagner les porteurs de projet à fournir les données qui seront nécessaires pour permettre l'identification des filières de gestion des déchets produits par leurs installations (caractéristiques, volume des déchets). Si ces échanges permettront aux futurs producteurs de déchets de mettre en place la caractérisation de leurs déchets, ils ne préjugent pas des autorisations nécessaires pour la prise en charge de ces déchets dans les centres de l'Andra.

\* SMR = Small modular reactor, AMR = Advanced modular reactor

# De nombreuses autres informations sur l'histoire et le fonctionnement des filières de gestion des matières et déchets radioactifs

## LES VOLUMES DE DÉCHETS ISSUS DES OPÉRATIONS DE DÉMANTÈLEMENT

L'industrie électronucléaire étant une industrie relativement récente (née au début des années 1960), les principaux chantiers de démantèlement des installations nucléaires du cycle du combustible ainsi que les centres nucléaires de production d'électricité restent à venir. L'*Inventaire national* propose un focus sur les volumes et la nature des déchets radioactifs, principalement des déchets de très faible activité, qui en seront issus.



## DES DOSSIERS THÉMATIQUES SUR DES SUJETS D'INTÉRÊT

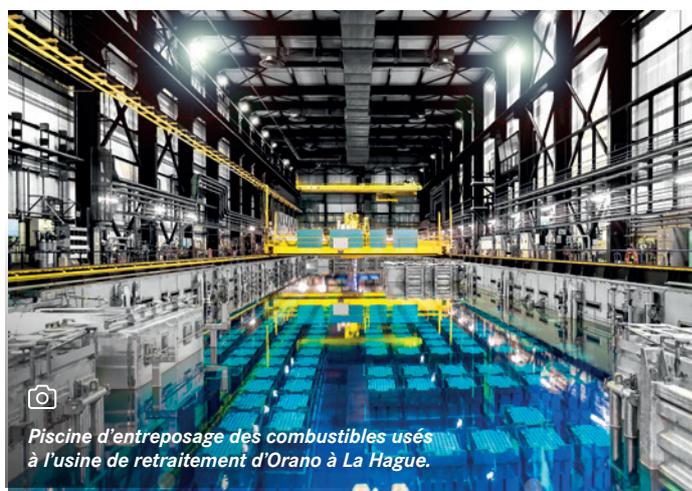
L'*Inventaire national* propose également, via des dossiers thématiques, des informations complètes sur plusieurs sujets d'intérêts relatifs à l'histoire et au fonctionnement des filières de gestions des déchets radioactifs. Ces dossiers portent sur :

- les solutions existantes et en projet en France pour la gestion à long terme des déchets radioactifs ;
- le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs ;
- le démantèlement et l'assainissement des installations nucléaires de base ;
- les sites pollués par la radioactivité ;
- les déchets radioactifs du secteur médical ;
- les sources scellées ;
- les inventaires des déchets radioactifs à l'étranger ;
- les déchets radioactifs immergés ;
- et un nouveau dossier portant que la gestion des déchets TFA et FMA-VC.

## UN ÉTAT DES LIEUX DES CAPACITÉS EXISTANTES ET DES BESOINS EN ENTREPOSAGE DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

En France, un cadre réglementaire a été mis en place pour garantir l'adéquation des capacités d'entreposage existantes et futures au regard des quantités de matières et déchets radioactifs présentes et prospectives. À ce titre, à chaque édition du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), des demandes et recommandations sont adressées aux détenteurs de matières radioactives, aux producteurs de déchets radioactifs et aux organismes responsables de leur conditionnement, de leur entreposage ou de leur stockage afin, notamment, de recenser les besoins et préciser leurs capacités et leurs dates prévisionnelles de fermeture.

Pour la première fois dans le Rapport de synthèse, l'édition 2023 de l'*Inventaire national* présente les données relatives aux entreposages de matières et de déchets radioactifs : taux d'occupation des entreposages ainsi que leur localisation à fin 2021 ; prévisions d'extension ou de création d'entreposage planifiées à fin 2021 ; et besoins complémentaires en entreposage en fonction des scénarios prospectifs.



## LES MODES DE GESTIONS SPÉCIFIQUES

Une des autres missions de l'*Inventaire national* est de conserver la mémoire des modes de gestion spécifiques des déchets radioactifs. La plupart de ces modes de gestion ont été mis en œuvre avant la mise en service des centres industriels de stockage. Les sites et les quantités de déchets sont référencés, mais ils ne sont pas inclus dans les bilans des stocks déjà produits. De part leur statut historique et leur mode de gestion spécifique, ils n'ont pas vocation à être pris en charge dans les centres de stockage de l'Andra en exploitation ou en projet.

Peuvent être cités :

- **Les déchets stockés au sein ou à proximité des périmètres d'installations nucléaires ou d'usines.** Leur activité est de l'ordre de quelques becquerels par gramme (plusieurs milliers de tonnes).
- **Les résidus de traitement de minerais d'uranium** présents sur les anciens sites miniers. Il s'agit de résidus à vie longue ayant un niveau d'activité comparable à celui des TFA (environ 50 millions de tonnes).



- **Les déchets stockés dans les installations de stockage de déchets conventionnels (ISD).** Certaines de ces installations ont reçu des déchets comportant de faibles quantités de radioactivité avoisinant quelques becquerels par gramme (environ 3 000 tonnes).
- **Les déchets à radioactivité naturelle élevée gérés en stockage *in situ*.** Ils sont générés par la transformation de matières premières contenant

naturellement des radionucléides mais qui ne sont pas utilisées pour leurs propriétés radioactives. Ils peuvent être comparés pour la plupart à des déchets TFA (environ 50 millions de tonnes).

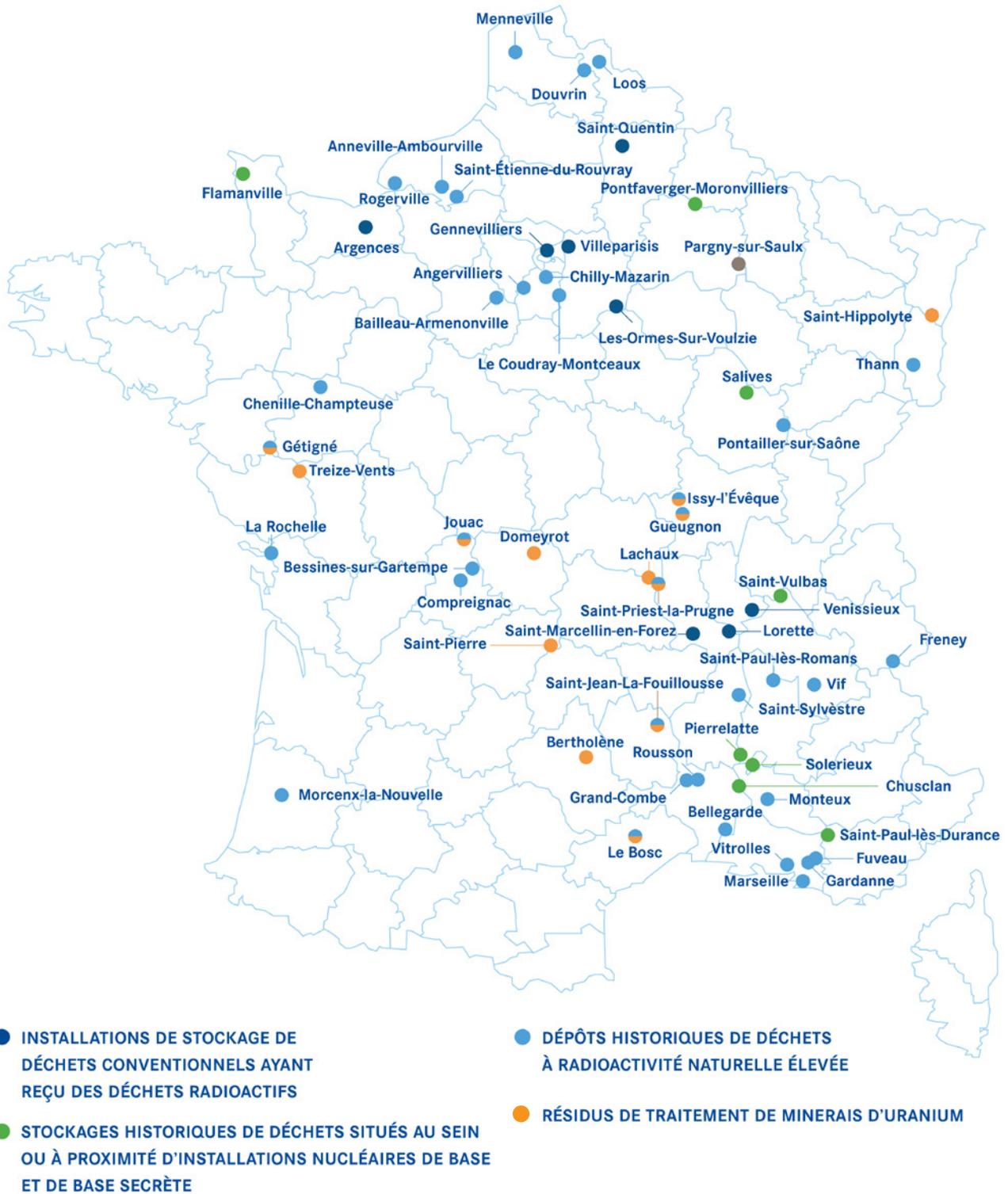
- **Les stockages de la défense en Polynésie française :** entre 1966 et 1996, la France a procédé à des expérimentations nucléaires dans le Pacifique sud, sur le territoire de la Polynésie française. Les déchets produits par ces expérimentations et par le démantèlement des installations associées ont été stockés sur place dans des puits ou immergés dans les eaux territoriales françaises.



- **Les déchets immergés :** l'immersion des déchets radioactifs était une solution de gestion considérée comme sûre par la communauté scientifique internationale, car la dilution et la durée présumée d'isolement apportées par le milieu marin étaient jugées suffisantes. Entre 1946 et 1993, plusieurs pays ont ainsi procédé à des immersions de déchets radioactifs. Quelques milliers de tonnes de déchets ont été immergés par la France entre 1967 et 1982. Depuis 1993, toute immersion de déchets radioactifs est définitivement interdite.

**Les sites de stockage (hors ceux liés à l'immersion) font l'objet d'une surveillance environnementale, qui permet de vérifier que le potentiel impact lié à ces déchets est contrôlé.**

► **LA LOCALISATION DES DÉCHETS ET RÉSIDUS MINIERIS AYANT FAIT L'OBJET DE MODES DE GESTION SPÉCIFIQUES (FRANCE MÉTROPOLITAINE)**



# Les documents de l'*Inventaire national*

Les données, dont les stocks de déchets radioactifs en open data, sont disponibles sur le site internet de l'*Inventaire national* : [www.inventaire-andra.fr](http://www.inventaire-andra.fr)

Elles sont synthétisées dans plusieurs rapports :



*Le Rapport de synthèse* présente de manière détaillée l'ensemble des matières et des déchets radioactifs présent sur le territoire français. Les quantités sont regroupées par catégorie et par secteur économique.

Ce rapport présente également les évaluations prospectives des volumes qui seront produits par l'ensemble des installations du secteur électronucléaire jusqu'à leur démantèlement, selon des scénarios contrastés de politique énergétique (poursuite ou arrêt du nucléaire, poursuite ou arrêt du retraitement). Cette vision prospective est complétée dans l'édition 2023 par les résultats d'études préliminaires réalisées par l'Andra, à la demande du gouvernement, sur l'impact de la mise en service de 6 nouveaux EPR2 et l'allongement de la durée de vie des réacteurs actuels.



À noter que les volumes des stocks des matières et déchets existants sont mis à jour annuellement dans le document *Les Essentiels* et disponibles en open data.



*L'Inventaire géographique* est la stricte restitution des déclarations des producteurs. Il présente chaque site par région administrative, département et commune.



*Le Catalogue descriptif des familles de déchets radioactifs* présente pour chaque fiche famille les stocks de déchets à fin 2021, en précisant la part sur site producteur ou détenteur et la part stockée dans les centres de l'Andra, l'activité totale des déchets déclarée par les producteurs et détenteurs à la date de l'inventaire (31 décembre 2021), ainsi que les prévisions de production à fin 2030 et à fin 2040.



*Le Catalogue descriptif des catégories de matières radioactives* (nouveau – 1ère édition en 2023) présente les stocks, prévisions, détenteurs et localisation à fin 2021. Les catégories de matières sont regroupées en chapitre selon leur positionnement dans le cycle du combustible, tel qu'actuellement mis en œuvre en France.



# Toutes les données sur les matières et déchets radioactifs sont sur **inventaire.andra.fr**



Les Essentiels



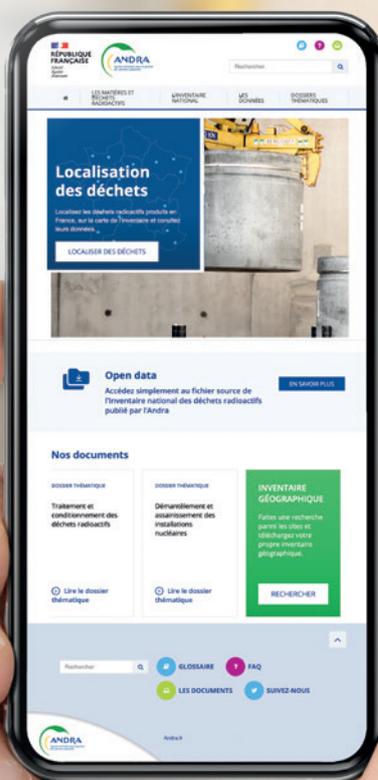
Catalogue des familles



Qu'est-ce que  
l'Inventaire national ?



Localisation  
des déchets



Catalogue  
des matières