GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

Dossier du maître d'ouvrage pour le débat public sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

(PNGMDR) - *6e édition*

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 5
1.1. Le contexte du débat 6
1.2. Les objectifs et le calendrier du débat 7
1.3. Le contenu du dossier du maître d'ouvrage 8
2. Les matières et les déchets radioactifs en France 9
2.1. Quelle est la différence entre une matière radioactive et un déchet radioactif ? 10
2.2. Quelles sont les différentes matières radioactives et comment est assurée leur gestion ? 11
2.3. Quelles sont les différentes catégories de déchets radioactifs et comment est assurée leur gestion ? 12
2.4. Quelles sont les volumes de déchets radioactifs présents sur le territoire français et d'où proviennent-ils ? 13
2.5. Où sont traitées, entreposées et stockées, le cas échéant, les substances radioactives en France ? 15
2.6. Qui sont les acteurs de la gestion des substances radioactives en France ? 16
2.7. Comment est encadrée la gestion des matières et des déchets radioactifs en France ? 17
2.8. Qui paye pour la gestion des matières et des déchets radioactifs en France ? 18
2.9. Comment les décisions en matière de politique énergétique sont-elles prises en compte pour la gestion des matières et déchets radioactifs ? 19
3. Le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) 21
3.1. Les objectifs du PNGMDR 22
3.2. Les avancées des PNGMDR successifs 23
4. Principales questions identifiées pour le débat public préparatoire à la 6e édition du PNGMDR 2027-2031 29
4.1. Comment davantage intéresser la société dans son ensemble à la gestion des matières et des déchets radioactifs ? 30
4.2. Comment assurer une planification résiliente de la gestion des matières et des déchets radioactifs dans le contexte de projets nouveaux visant à relancer la filière nucléaire ? 31
4.3. Comment tenir compte des solutions techniques et des incertitudes géopolitiques pour apprécier les perspectives d'utilisation d'une matière radioactive ? 34
4.4. Comment poursuivre l'étude de la valorisation et du recyclage des déchets très faiblement radioactifs au-delà du cas des métaux ? 36
4.5. Comment définir des solutions de stockage adaptées à la grande diversité des déchets faiblement radioactifs à longue durée de vie ? 38
4.6. Comment assurer la réussite de la phase industrielle pilote du projet « Cigéo » de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde ? 40
4.7. Comment assurer la gestion des déchets radioactifs issus des traitements médicaux ? 43
5. Glossaire 45
6. Liste des abréviations 49

ANNEXES

Annexe I. Les types et classifications usuelles des matières et déchets radioactifs 51
a. Types de matières et déchets radioactifs 51
b. Classification usuelle des déchets radioactifs 53
Annexe II. Les filières de gestion des déchets radioactifs 55
a. L'entreposage et le stockage 55
b. Les déchets à vie très courte 55
c. Les déchets de très faible activité (TFA) 55
d. Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) 56
e. Les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) 56
f. Les déchets de haute et moyenne activité à vie longue (HA/MA-VL) 56
g. Les déchets faisant l'objet de stockages historiques 57

Annexe III. Les installations existantes de traitement des déchets 59
a. Les installations du CEA 59
b. Les installations d'Orano 59
c. Les installations d'EDF 60
d. L'installation de fusion/incinération de Cyclife (filiale EDF) 60
Annexe IV. Les centres de stockage 61
a. Les centres de stockage existants 61
b. Le projet de centre de stockage des déchets FA-VL 61
c. Le projet de centre de stockage en couche géologique profonde (Cigéo) des déchets HA/MA-VL 63
Annexe V. Le transport des matières et des déchets radioactifs 68
Annexe VI. Les inventaires de matières radioactives 70
a. Les principales matières radioactives entrant dans la composition des combustibles nucléaires 70
b. Les combustibles des réacteurs nucléaires de production d'électricité 71
c. Les combustibles des réacteurs nucléaires de recherche 75
d. Les perspectives de valorisation des matières radioactives 75
Annexe VII. Bilan actuel des inventaires de matières et de déchets radioactifs 76
a. Bilan des inventaires de matières radioactives à fin 2023 76
b. Bilan des inventaires de déchets radioactifs à fin 2023 77
Annexe VIII. Les principes de la gestion des déchets radioactifs 79
Annexe IX. Le cadre législatif et réglementaire pour la gestion des matières et des déchets radioactifs 80
a. Un cadre national ayant servi de référence au cadre européen 80
b. Le cadre européen et les directives Euratom 80
c. Les principes généraux 81
d. Un cadre réglementaire pour différentes catégories d'installations 82
e. Un cadre réglementaire pour les opérations de transport 83
Annexe X. Le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) 84
a. Objectifs et données d'entrée du PNGMDR 84
b. Le PNGMDR 2007-2009 85
c. Les éditions 2010-2012 et 2013-2015 du PNGMDR 86
d. Le PNGMDR 2016-2018 87
e. Le contenu du PNGMDR 2022-2026 88
f. Une élaboration soumise à des exigences renforcées de transparence et de concertation du public 91
g. Une gouvernance renouvelée pour l'élaboration et le suivi du PNGMDR 91
Annexe XI. Les acteurs du PNGMDR 93
a. Les exploitants et responsables d'activités nucléaires, producteurs ou détenteurs de substances radioactives 93
b. Les ministères 94
c. L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) 94
d. L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) 94
e. Les organismes de recherche 95
f. Les autres organismes 95
Annexe XII. Le financement de la gestion des matières et des déchets radioactifs 97
a. L'application du principe pollueur-payeur » 97
b. Les dispositions applicables aux installations nucléaires de base (INB) et aux installations nucléaires de base secrètes (INBS) 97
c. Les dispositions applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement 98
d. Les dispositions applicables aux sources radioactives scellées 98
e. Les modalités de contrôle des producteurs de déchets en INB 98
Annexe XIII. Contexte en matière de politique énergétique 100
a. La poursuite de fonctionnement des réacteurs nucléaires existants 100
b. Le programme de construction de nouveaux réacteurs nucléaires de type EPR2 101
c. Le développement des SMR et des AMR 101
d. La stratégie française de traitement-recyclage 101
e. La politique électronucléaire française et le contexte international 102

1. Introduction



Les activités nucléaires utilisent et produisent des substances radioactives. En France, la gestion de ces substances radioactives est encadrée par un Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), renouvelé tous les 5 ans, conformément à la loi. Une nouvelle édition de ce plan doit être préparée pour encadrer les travaux relatifs à la gestion des matières et des déchets radioactifs sur la période 2027-2031. Un débat public est prévu pour éclairer la préparation de cette nouvelle édition. Le présent dossier du maître d'ouvrage (DMO) a pour objectif de présenter les informations utiles au débat et les principales questions identifiées par le maître d'ouvrage (DGEC) pour en nourrir les échanges.

1.1. Le contexte du débat

Les activités nucléaires utilisent et produisent des substances radioactives, c'est-à-dire des substances qui contiennent des atomes radioactifs, naturels ou artificiels, qui se désintègrent naturellement en émettant des particules et des rayonnements, et dont l'activité ou la concentration justifie un contrôle de radioprotection.

Le cadre juridique français distingue les matières radioactives, pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement, et les déchets radioactifs, pour lesquels aucune utilisation n'est prévue ou envisagée et qui ont vocation à être stockés définitivement dans des centres industriels adaptés.

En France, la gestion des substances radioactives est encadrée par un Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), institué par la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs. Sa première édition a été publiée en 2007, puis a fait l'objet d'une mise à jour triennale en 2010, 2013 et 2016.

La cinquième édition du PNGMDR, publiée en 2022 et couvrant la période 2022-2026, a été élaborée à l'issue d'un débat public organisé sous l'égide de la Commission nationale du débat public (CNDP) et d'une concertation post-débat public, avec l'objectif de renforcer le dialogue et l'association du public. Cette cinquième édition a également fait l'objet d'une évaluation environnementale indépendante.

Une nouvelle édition du PNGMDR doit être préparée pour encadrer les travaux relatifs à la gestion des matières et des déchets radioactifs sur la période 2027-2031. Cette sixième édition a vocation à s'inscrire en continuité avec les précédentes éditions et à poursuivre les travaux engagés depuis 20 ans pour la gestion durable et responsable des matières et des déchets radioactifs.

Saisie le 3 décembre 2024 par la ministre chargée de l'énergie, la CNDP a décidé de l'organisation d'un débat public sur l'élaboration de la sixième édition du PNGMDR pour la période 2027-2031.

1.2. Les objectifs et le calendrier du débat

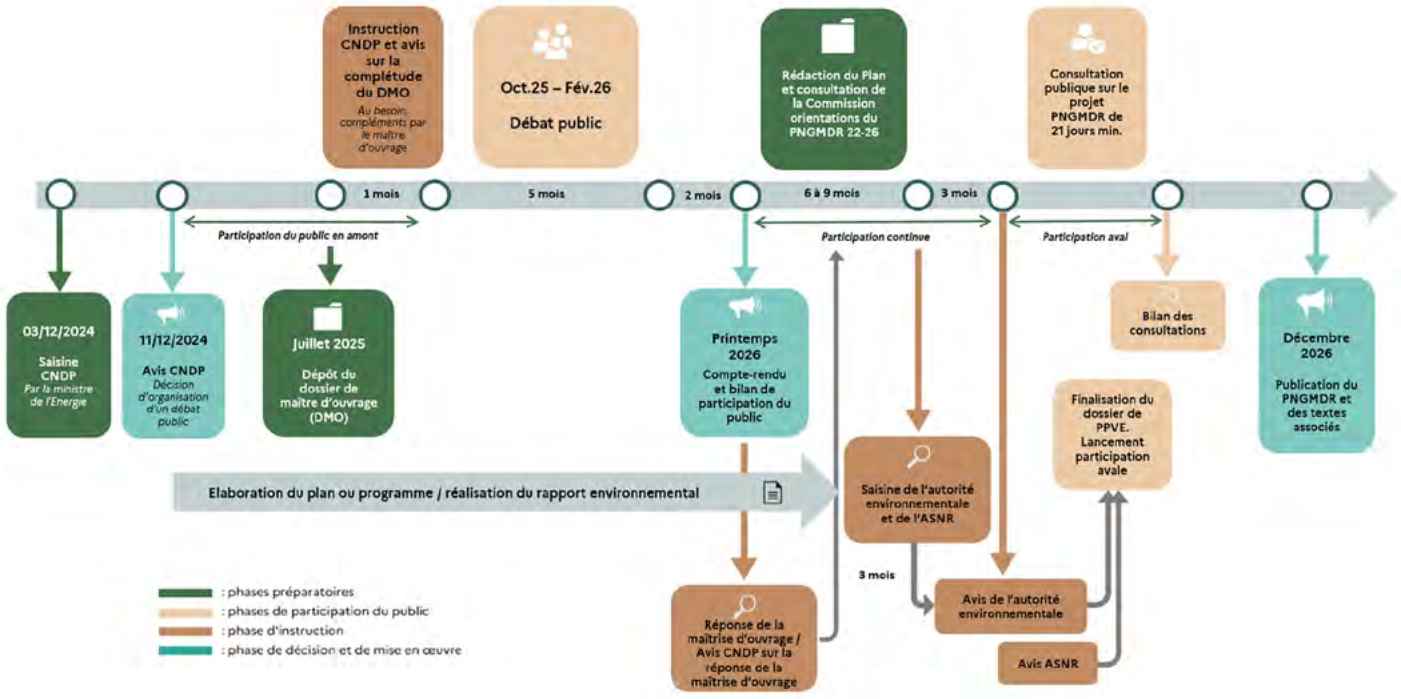
Ce débat public a notamment pour objectif de poursuivre le travail engagé par l'actuelle édition du PNGMDR vers une plus grande association du public et de la société civile dans l'élaboration et la mise en œuvre du cadre de gestion des matières et déchets radioactifs en France. Il a notamment vocation à guider la recherche d'une lisibilité accrue des travaux de la prochaine édition du PNGMDR, auprès d'un public plus diversifié, d'une plus grande diffusion sur les enjeux associés et d'une association renforcée des parties prenantes dans leur mise en œuvre.

Au plan technique, le débat public a pour objectif de nourrir le cadrage des travaux de la sixième édition du PNGMDR, qui ont vocation à s'inscrire dans la continuité des travaux engagés par la cinquième édition du plan et leur approfondissement, notamment sur les principaux axes thématiques suivants :

- Poursuivre les travaux engagés sur la valorisation et le réemploi des substances radioactives ;
- Concrétiser les travaux liés à la création d'un nouveau centre de stockage des déchets de très faible activité (TFA) et des filières de gestion nécessaires à la prise en charge des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) ;
- Poursuivre les travaux liés aux déchets sans filière et aux catégories particulières de déchets, notamment les déchets médicaux.

Une attention particulière continuera d'être portée à Cigéo, projet de stockage des déchets les plus radioactifs en couche géologique profonde, dans la continuité des PNGMDR successifs, en poursuivant les travaux nécessaires à la mise en œuvre du projet.

L'élaboration de la sixième édition du PNGMDR s'inscrit dans le cadre de procédures publiques, définies par la loi et précisées notamment par le code de l'environnement (cf. Annexe X.f). Le calendrier indicatif suivant en détaille les principales étapes :



1.3. Le contenu du dossier du maître d'ouvrage

La direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) élabore, pour le compte du ministère chargé de l'énergie, la politique relative au secteur nucléaire civil et à la gestion des matières et des déchets radioactifs ; elle met en œuvre les décisions du Gouvernement afférentes. Elle assure à ce titre la maîtrise d'ouvrage du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs.

Le présent dossier du maître d'ouvrage (DMO) rassemble l'ensemble des informations utiles à la compréhension du cadre de gestion des matières et déchets radioactifs en France et des enjeux associés (cf. partie 2 et Annexe I, Annexe II, Annexe III, Annexe IV, Annexe V, Annexe VI, Annexe VII, Annexe IX, Annexe XII et Annexe XIII).

Il rappelle les objectifs du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, les avancées permises par ses éditions successives et l'avancement des travaux de l'édition du PNGMDR 2022-2026 en cours (cf. partie 3 et Annexe X et Annexe XI).

Enfin, il détaille les principales questions identifiées par le maître d'ouvrage pour nourrir les échanges du débat public sur l'élaboration de la sixième édition du plan, au regard notamment de l'avancée des travaux en cours et des enjeux identifiés pour la période 2027-2031 (cf. partie 4).

2. Les matières et les déchets radioactifs en France



Les activités nucléaires utilisent et produisent des substances radioactives, matières ou déchets selon la catégorisation en vigueur en France, dans différents secteurs économiques (industriel, recherche, etc.). C'est notamment le cas de la production d'électricité à partir de l'énergie nucléaire, qui représente environ 70 % de la production totale d'électricité en France et concentre l'essentiel des matières et des déchets radioactifs détenus en France.

Les paragraphes qui suivent rassemblent l'ensemble des informations utiles à la compréhension des enjeux associés à la gestion des matières et déchets radioactifs en France.

2.1. Quelle est la différence entre une matière radioactive et un déchet radioactif ?

Les notions de substances, de matières et de déchets radioactifs sont définies dans le droit français, à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement : Une **substance radioactive** contient des éléments radioactifs, naturels ou artificiels, dont l'activité*[1] ou la concentration justifie un contrôle pour en prévenir les risques. Il s'agit d'un terme générique qui comprend à la fois les matières et les déchets radioactifs.



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

➢ Un **déchet radioactif** est une substance radioactive pour laquelle aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée. Ils doivent être gérés dans une filière adaptée à leurs caractéristiques.

Ainsi, selon qu'une substance radioactive est classée comme matière ou comme déchet, les perspectives de gestion sur le long terme diffèrent :

– Dans la mesure où ils ne sont pas destinés à être réutilisés, les déchets radioactifs nécessitent une solution de gestion de long terme qui est généralement le stockage, après éventuellement une étape intermédiaire (traitement, conditionnement, entreposage).

– Dans la mesure où elles sont destinées à être valorisées, les matières radioactives sont entreposées jusqu'au moment de leur utilisation.

Le niveau d'exigence relatif à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement est le même que les substances radioactives soient considérées comme des matières ou des déchets.

La catégorisation des matières et déchets radioactifs est détaillée dans l'Annexe I.

1 Les termes signalés par un astérisque (*) renvoient au glossaire, placé à la fin du document.

2.2. Quelles sont les différentes matières radioactives et comment est assurée leur gestion ?

Les principales matières radioactives que l'on trouve en France sont l'**uranium** (naturel, de retraitement, enrichi ou appauvri), le **plutonium**, le **thorium** et les **combustibles nucléaires, neufs et usés.**

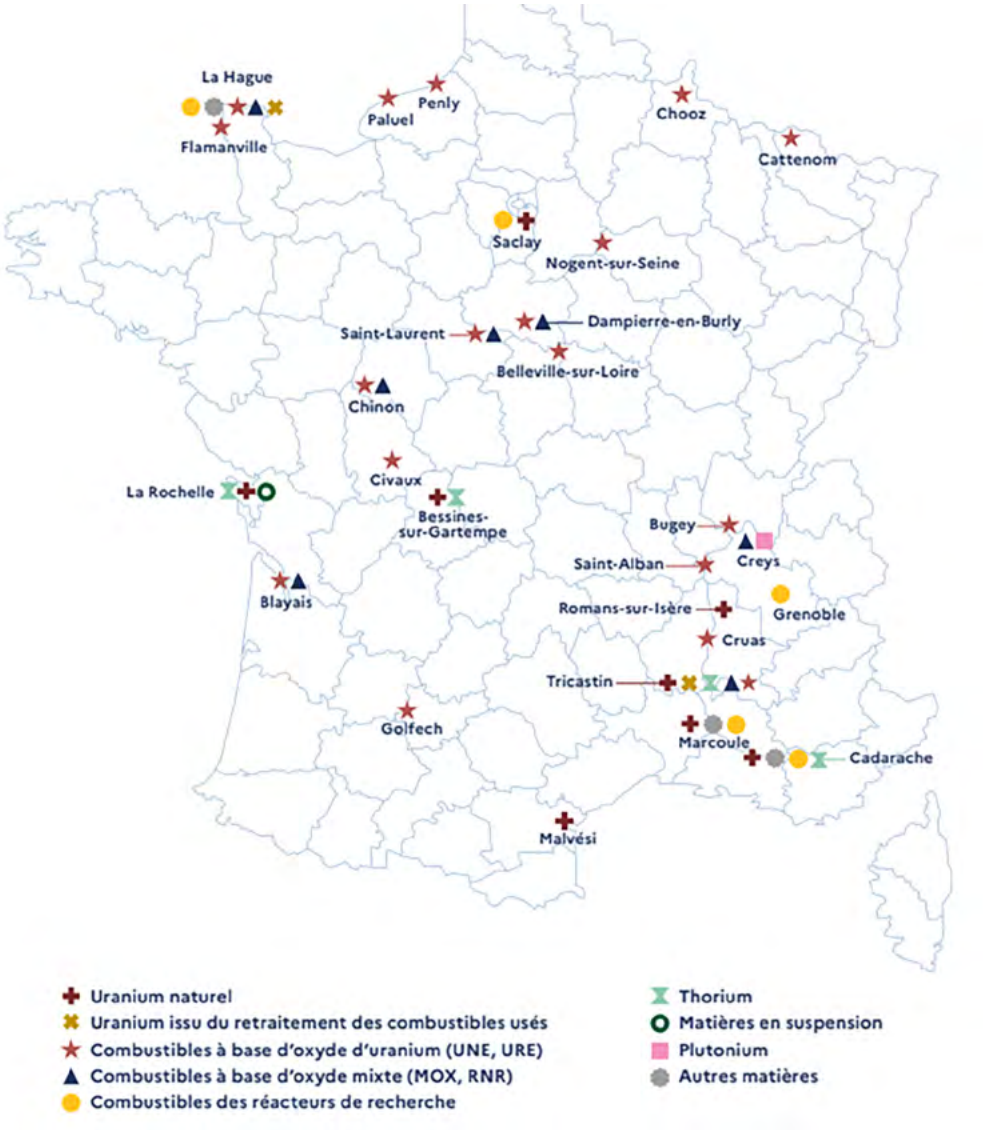
La liste détaillée de l'ensemble des matières radioactives, ainsi que les volumes détenus sur le territoire français accompagnés des rythmes d'évolution des stocks annuellement, est disponible dans l'inventaire national* élaboré par l'Andra.

La carte ci-contre présente les lieux de détention de matières nucléaires civiles en France.

Les matières radioactives sont entreposées dans des installations adaptées à leurs caractéristiques, dans l'attente de leur utilisation ou réutilisation.

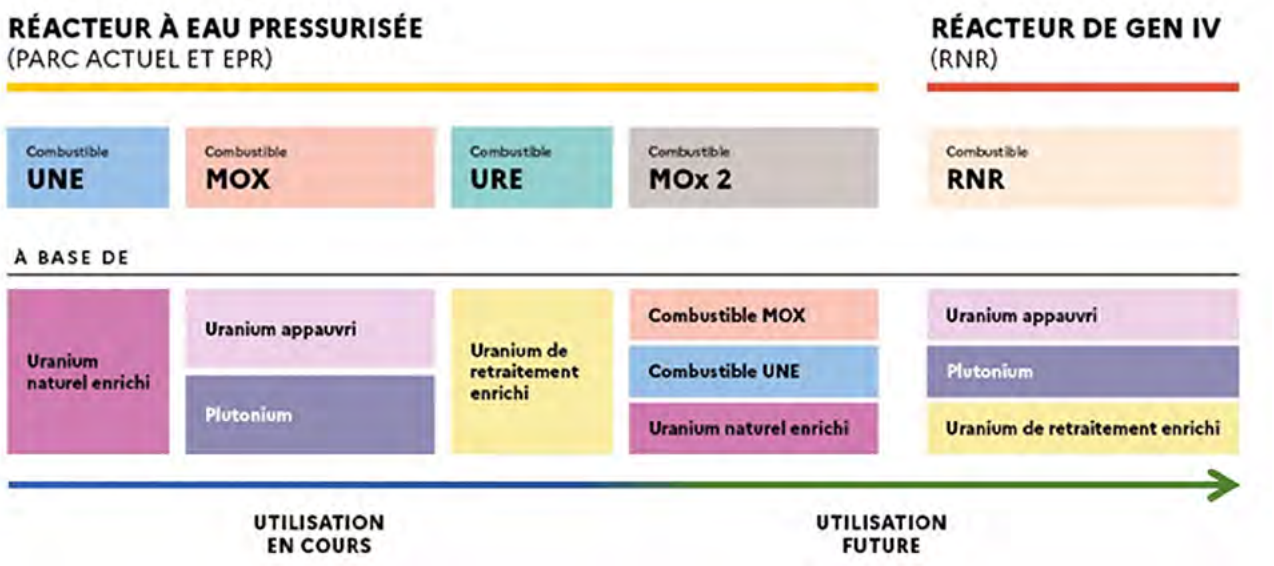
Les inventaires de matières radioactives sont détaillés dans l'Annexe VI.

La réutilisation de certaines matières radioactives est déjà effective, comme celle du plutonium pour la fabrication de combustibles à base de mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium (MOx) depuis plus d'une trentaine d'années, ou celle de l'uranium de retraite-



ment (URT) pour la fabrication de combustibles, qui a repris en 2023. D'autres matières sont entreposées dans l'attente d'un usage à plus long terme – c'est le cas de l'uranium appauvri (Uapp).

L'utilisation en cours ou les perspectives d'utilisation des matières radioactives sont synthétisées dans l'illustration ci-dessous.



Le statut de matière radioactive dépend de l'appréciation du caractère valorisable de la substance, en tenant compte de la stratégie industrielle du propriétaire et de la politique énergétique. Les perspectives de valorisation des matières radioactives sont périodiquement revues en fonction, notamment, des évolutions de la politique énergétique ou des avancées techniques.

2.3. Quelles sont les différentes catégories de déchets radioactifs et comment est assurée leur gestion ?

Les déchets radioactifs présents sur le territoire français sont recensés périodiquement par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Les déchets radioactifs se distinguent selon l'intensité et la durée de leur activité radioactive. Ils disposent de filières de gestion adaptées à leurs caractéristiques et font l'objet d'une réglementation rigoureuse, encadrée par le droit au niveau national et international.

Les déchets radioactifs sont aussi divers que les activités qui les produisent. En fonction de leurs origines, ils sont plus ou moins dangereux, pendant plus ou moins longtemps.



On distingue en France six catégories de déchets radioactifs, selon deux critères (cf. Annexe I) :

➢ l'intensité de l'**activité radioactive** – mesurée par le nombre de désintégrations* de noyaux radioactifs qui se produisent chaque seconde et qui émettent des rayonnements ;

➢ la **durée de vie** – correspondant au temps pendant lequel ces rayonnements* sont émis de manière notable.

La majorité des déchets radioactifs dispose d'ores et déjà de filières de gestion adaptées à leurs caractéristiques. Les principes de gestion mis en œuvre pour chaque catégorie de déchets radioactifs sont présentés dans le tableau ci-dessous.

La classification des déchets radioactifs est détaillée dans l'Annexe I.

<table>
<tr><th>Activité** / Période radioactive*</th><th>Vie très courte (VTC)
(période < 100 jours)</th><th>Principalement vie courte (VC)
(période ≤ 31 ans)</th><th>Principalement vie longue (VL)
(période > 31 ans)</th></tr>
<tr><td>Très faible activité (TFA)
< 100 Bq/g</td><td rowspan="3">VTC
Gestion par décroissance radioactive</td><td colspan="2">TFA
Stockage de surface
(Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)</td></tr>
<tr><td>Faible activité (FA)
entre quelques centaines de Bq/g et un million de Bq/g</td><td rowspan="2">FMA-VC
Stockage de surface
(centres de stockage de l'Aube et de la Manche)</td><td>FA-VL
Modes de gestion à l'étude</td></tr>
<tr><td>Moyenne activité (MA)
de l'ordre d'un million à un milliard de Bq/g</td><td>MA-VL
Stockage géologique profond à l'étude
(projet Cigéo)</td></tr>
<tr><td>Haute activité (HA)
de l'ordre de plusieurs milliards de Bq/g</td><td>Non applicable***</td><td colspan="2">HA
Stockage géologique profond à l'étude
(projet Cigéo)</td></tr>
</table>

* Période radioactive des éléments radioactifs (radionucléides) contenus dans les déchets.
** Niveau d'activité des déchets radioactifs.
*** Il n'existe pas de VTC dont la radioactivité est de l'ordre de plusieurs milliards de Bq/g.
Un déchet peut parfois être classé dans une catégorie définie, mais être géré dans une autre filière de gestion du fait d'autres caractéristiques (par exemple sa composition chimique ou ses propriétés physiques).

2.4. Quelles sont les volumes de déchets radioactifs présents sur le territoire français et d'où proviennent-ils ?

L'ensemble des déchets radioactifs produits par la France est contrôlé et répertorié. Volume, type, localisation : les producteurs de déchets (ex. EDF, Orano, CEA) déclarent chaque année leur production respective et leurs prévisions. Toutes ces données sont recensées et mises à disposition de tous, dans l'Inventaire national* de l'Andra (https://inventaire.andra.fr/).

A fin 2023, les déchets radioactifs produits en France représentaient un volume d'environ 1 850 000 m^3.



La répartition des volumes de déchets radioactifs par secteur économique est illustrée ci-dessous..



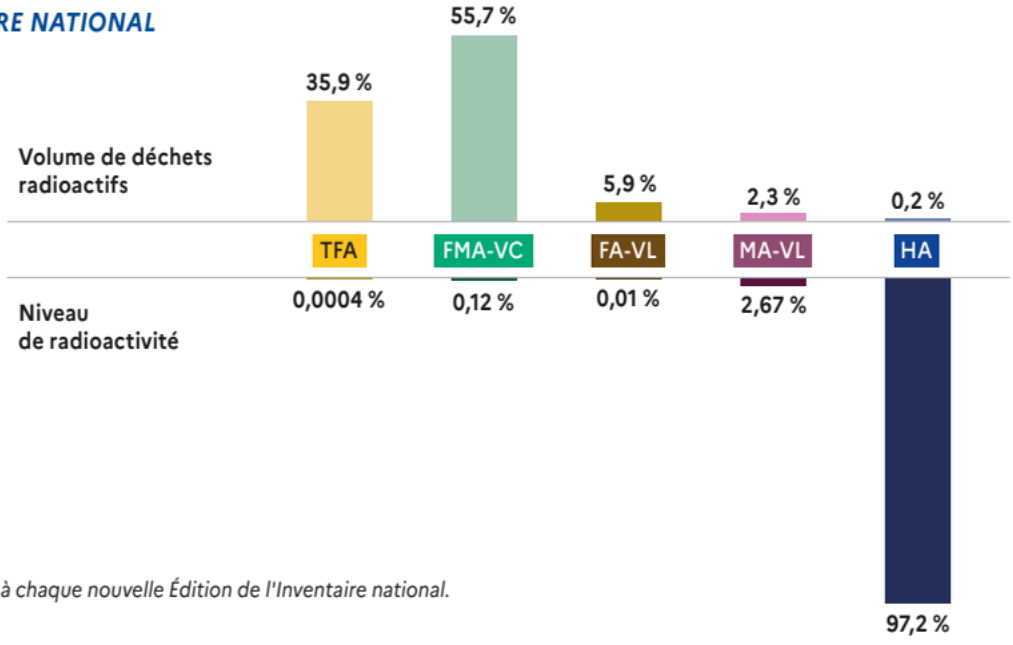
Note : le plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, objet du débat public, se concentre sur les déchets radioactifs des filières nucléaires civiles. La mise en œuvre des prescriptions relatives aux déchets nucléaires de la défense relève directement du ministère des armées et de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND).

36 % du volume total des déchets radioactifs sont de très faible activité (TFA). Ils proviennent essentiellement du démantèlement d'installations nucléaires et sont constitués de gravats, terres, ferrailles, très faiblement contaminés. Ils sont stockés en surface.

56 % du volume total des déchets radioactifs sont à vie courte. Ils perdent la moitié de leur radioactivité sur des durées inférieures ou égales à 30 ans. Au-delà de 300 ans, leur radioactivité résiduelle se rapproche de la radioactivité naturelle. Ils proviennent essentiellement de l'exploitation et de la maintenance des centrales nucléaires (gants, vêtements, outils, etc.). Ils sont stockés en surface.

8 % du volume total des déchets radioactifs sont à vie longue. Ils peuvent demeurer notablement radioactifs durant des centaines de milliers d'années.

LA RÉPARTITION DES VOLUMES ET NIVEAUX DE RADIOACTIVITÉ PRÉSENTÉE CI-DESSOUS EST ISSUE DE L'ÉDITION 2023 DE L'*INVENTAIRE NATIONAL*



Données mises à jour à chaque nouvelle Édition de l'Inventaire national.

➢ 2,5 % d'entre eux contiennent 99,8 % de la radioactivité totale. Une grande partie provient essentiellement du traitement du combustible nucléaire usé et est conditionnée et entreposée principalement à la Hague. Ces déchets sont destinés à un stockage en couche géologique profonde.

➢ 5,9 % sont de faible activité. Ils proviennent d'activités diverses, la plupart déjà produits et anciens. Ils sont entreposés, dans l'attente de définition d'une solution de gestion. Des solutions de stockage pour ces déchets sont à l'étude.

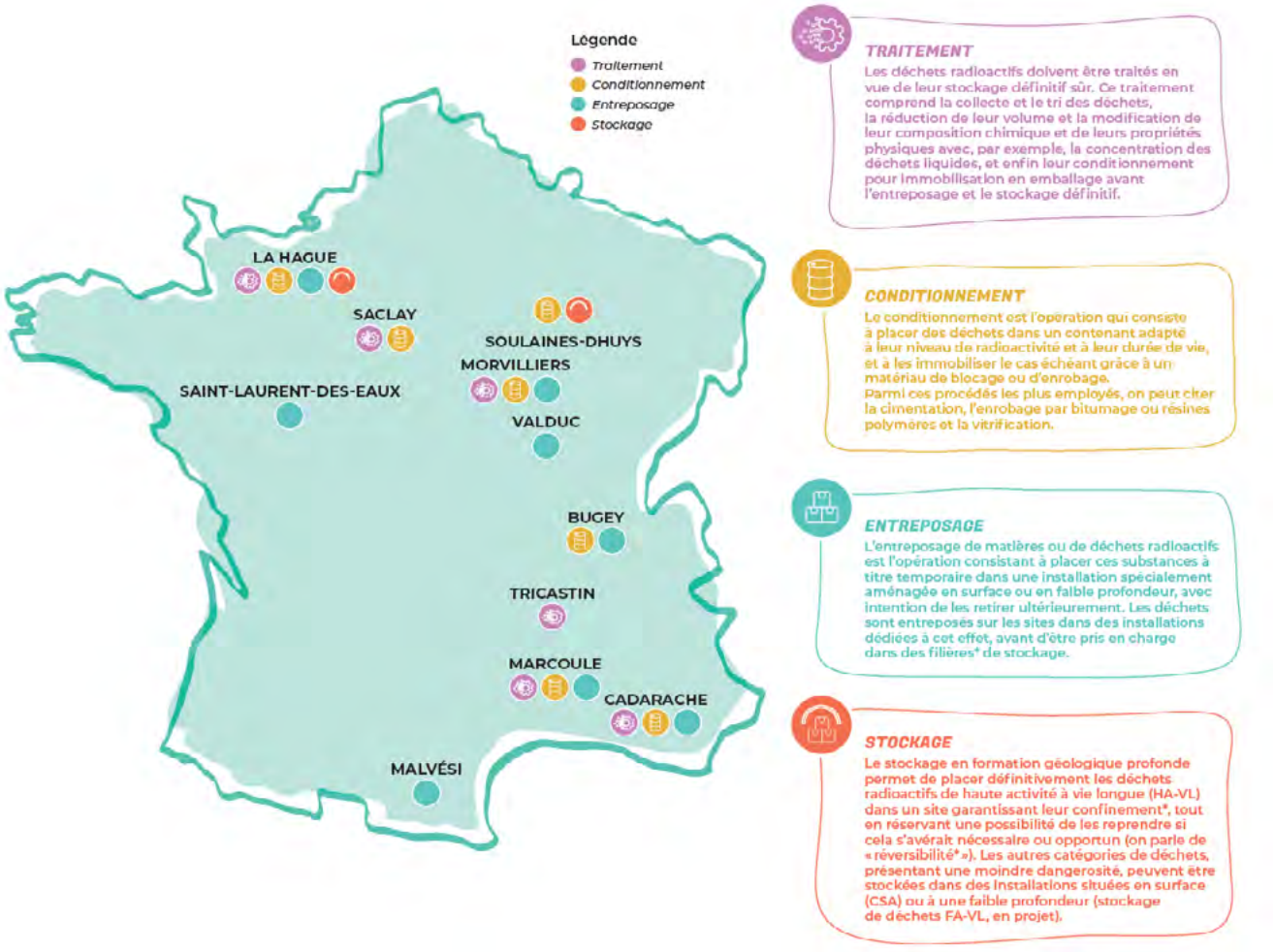
L'inventaire des déchets radioactifs présents sur le territoire français est détaillé dans l'Annexe VII.

2.5. Où sont traitées, entreposées et stockées, le cas échéant, les substances radioactives en France ?

Les déchets radioactifs sont éventuellement traités avant d'être conditionnés. Selon leur nature, ils sont ensuite entreposés dans l'attente de disposer d'une solution de gestion (c'est le cas des déchets HA* et MA-VL* par exemple), ou stockés définitivement dans des centres industriels adaptés (c'est le cas des déchets TFA* par exemple).

Contrairement aux déchets, les matières radioactives sont destinées à être valorisées. Elles sont traitées si besoin puis entreposées dans l'attente de leur utilisation ou directement entreposées dans cette attente.

La carte ci-dessous présente les **principaux sites de traitement*, de conditionnement*, d'entreposage* et de stockage* des matières et déchets radioactifs en activité en France**.



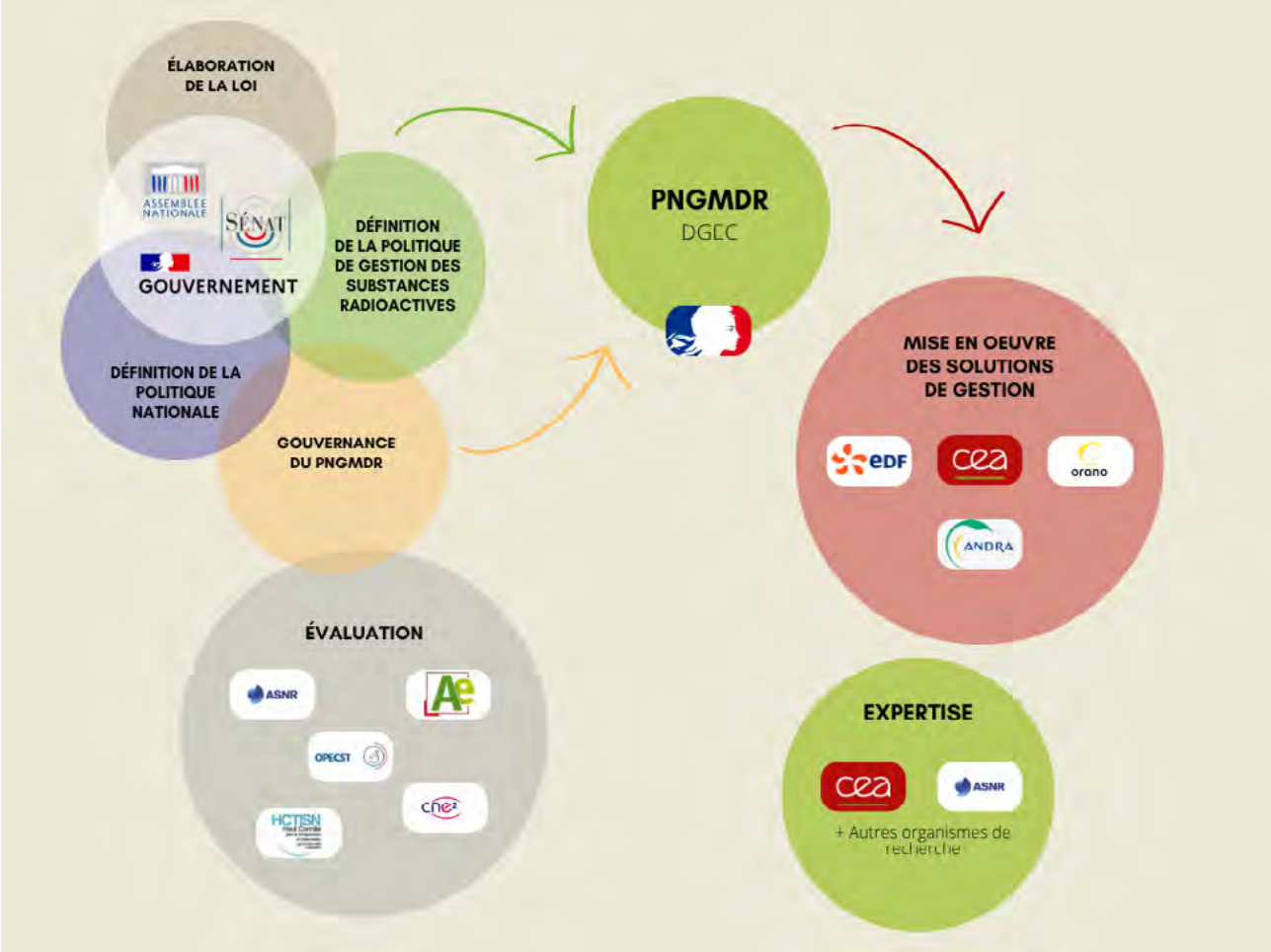
Certains déchets et résidus miniers ont fait l'objet de modes de gestion spécifiques. Il s'agit de déchets stockés au sein ou à proximité des périmètres d'installations nucléaires ou d'usines, de résidus de traitement de minerais d'uranium, de déchets à radioactivité naturelle élevée (issus de transformation de matières premières non utilisées pour leurs propriétés radioactives), des stockages de la défense en Polynésie française ou des déchets immergés[2]. L'ensemble de ces stockages (hors ceux liés à l'immersion) font l'objet d'une surveillance environnementale.

2 Dès les années 1970, la France a cessé de recourir à l'immersion de déchets radioactifs issus du nucléaire civil dans les océans. Pratiquées par une dizaine de pays après la seconde guerre mondiale, du fait de l'important potentiel de dilution marine , les immersions de déchets radioactifs sont interdites en 1993 par la Convention de Londres.

2.6. Qui sont les acteurs de la gestion des substances radioactives en France ?

De nombreux acteurs sont impliqués dans la gestion des matières et des déchets radioactifs, depuis les autorités politiques et administratives, jusqu'aux organismes impliqués dans la recherche et l'expertise, en passant par les organismes de contrôle telle que l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Au cœur de la mise en œuvre opérationnelle du Plan national des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) se trouvent l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) – chargée des opérations de gestion à long terme des déchets radioactifs, ainsi que les principaux producteurs de matières et de déchets radioactifs (CEA, Orano, EDF), les organes de gouvernance du PNGMDR, et certains organismes d'évaluation, tels que la Commission Nationale d'Evaluation (CNE2). Le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) associe également la société civile, des associations, des jeunes citoyens, etc. La société civile constitue ainsi un acteur de la politique de gestion des matières et des déchets radioactifs.

Les acteurs de la gestion des matières et déchets radioactifs sont présentés de manière plus détaillée en Annexe XI.



2.7. Comment est encadrée la gestion des matières et des déchets radioactifs en France ?

Les matières et les déchets radioactifs sont l'objet d'une réglementation tant nationale qu'internationale.

La **loi du 28 juin 2006** fixe les grands principes de la gestion des matières et des déchets radioactifs en France :

➢ Le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement dans la **gestion durable des matières et des déchets radioactifs** de toute nature doit être assuré.

➢ La réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs, notamment par le traitement des combustibles usés et le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs. Le principe de limitation de la production de déchets à la source constitue ainsi le premier axe de gestion des déchets radioactifs.

➢ Un **Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR)** est instauré pour mettre en œuvre les principes de la loi dans la durée.

➢ La disponibilité des **fonds consacrés à la gestion à long terme des déchets radioactifs** doit être garantie. À cet égard, les exploitants nucléaires doivent évaluer de manière prudente les charges dites de « long terme »* de leurs installations. Ces charges recouvrent à la fois les opérations de démantèlement et de gestion de leurs déchets radioactifs à terme.

➢ L'**interdiction du stockage en France des déchets radioactifs étrangers** est réaffirmée et les conditions du traitement en France de combustibles usés ou de déchets radioactifs étrangers, ainsi que l'information liée à ces opérations, sont fixées de manière précise.



➢ Le **stockage en formation géologique profonde** constitue la solution de référence pour la gestion des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA-MAVL). Cette solution prend en compte la réversibilité*, c'est-à-dire la possibilité d'adapter les conditions de stockage et de retirer les déchets pendant plus de 100 ans, avant la fermeture définitive du stockage.

L'**arrêté du 7 février 2012** fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base*, comme les centrales nucléaires ou les principales usines du cycle du combustible nucléaire, dispose que tous les déchets produits au sein de certaines zones d'une installation nucléaire de base (INB) sont considérés, par précaution, comme radioactifs, et doivent être dirigés vers des filières de gestion dédiées. Les producteurs de déchets radioactifs doivent les trier et en assurer le conditionnement dans l'objectif de réduire leur quantité et leur nocivité. Ils assurent l'entreposage des déchets, dans l'attente de leur stockage, et sont responsables de leur transport jusqu'aux centres de stockage. Les producteurs sont donc responsables de la bonne gestion de leurs déchets, dont ils restent propriétaires y compris lorsqu'ils sont stockés.

Au niveau européen, la **directive européenne Euratom* sur la gestion des déchets radioactifs (2011)** contribue au renforcement de la sûreté au sein de l'Union européenne, en responsabilisant les États membres à l'égard de la gestion de leurs déchets radioactifs.

Au niveau international, la **Convention commune de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)** sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs est un instrument international juridiquement contraignant, entré en vigueur le 18 juin 2001, qui traite, à l'échelle mondiale, de la sûreté de la gestion des déchets radioactifs. Les pays contractants (dont la France) s'engagent à appliquer des dispositions de sûreté strictes, et à élaborer périodiquement un rapport national sur ces dispositions.

Le cadre juridique de la gestion des matières et déchets radioactifs est présenté de manière plus détaillée en Annexe IX.

2.8. Qui paye pour la gestion des matières et des déchets radioactifs en France ?

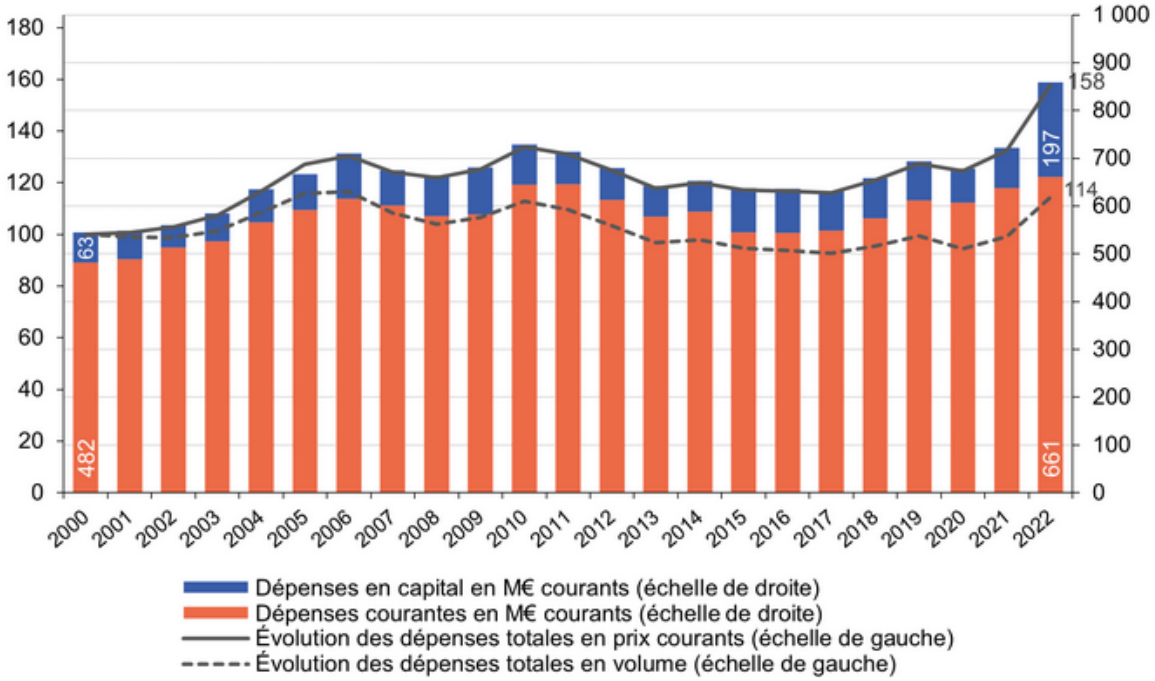
Le principe « pollueur-payeur », défini à l'article 4 de la Charte de l'environnement adossée à la Constitution française, dispose que »*toute personne doit contribuer à la réparation des dommages qu'elle cause à l'environnement* ».

Conformément à ce principe, les solutions de gestion des déchets radioactifs sont financées par les producteurs de ces déchets. Lorsque le détenteur ou producteur de déchets radioactifs ou de combustibles usés ou le responsable d'un site pollué par des substances radioactives ne peut être identifié ou s'il est insolvable, l'Etat peut confier la gestion de ces substances, la remise en état du site pollué et, le cas échéant, sa gestion, à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

Les trois principaux producteurs de déchets radioactifs sont le CEA, Orano et EDF. Les dépenses afférentes couvrent les activités de collecte, transport, traitement et conditionnement, stockage et entreposage pour les déchets radioactifs issus du nucléaire civil.

En 2022, **859 millions d'euros** ont été consacrés à la gestion des déchets radioactifs d'origine civile en France. Ces dépenses couvrent l'ensemble des moyens mobilisés par les entreprises et les établissements publics du secteur pour collecter, transporter, traiter, conditionner et entreposer les déchets radioactifs d'origine civile, dans le but de réduire ou éliminer les conséquences négatives des rayonnements de particules. Cette dépense est en hausse de 19,0 % par rapport à l'année précédente, en raison principalement des investissements réalisés pour le développement d'un nouvel emballage nucléaire *TN Eagle* fabriqué en France pour améliorer la sûreté du transport et l'entreposage à sec. Les dépenses de gestion des déchets sont relativement stables depuis 2005 *(cf. graphique ci-dessous)*.

Évolution des dépenses de la gestion des déchets radioactifs entre 2000 et 2022
En indice base 100 (2000) (axe de gauche) et en M€ courants (axe de droite)



Source : Commissariat général au développement durable (CGDD) – Service des données et études statistiques (SDES)

Les dépenses de gestion des déchets sont constituées à 77 % de dépenses courantes nécessaires à la gestion des services (rémunération du personnel, charges de gestion courante, prestations de services, subventions aux organismes publics et privés, etc.) et à 23 % de dépenses en capital correspondant à des investissements. Pour en savoir plus, un dossier est disponible sur le site du ministère de l'Aménagement du territoire et de la Transition écologique.

En juin 2025, la Cour des comptes a publié un rapport d'observations définitives sur l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, dont le modèle économique est fondé sur la responsabilité des producteurs de déchets radioactifs. Le rapport souligne notamment la solidité financière de l'agence et émet plusieurs recommandations, notamment sur la gestion des déchets FA-VL et la maîtrise de la phase de construction de Cigéo. Les réponses de l'Andra aux recommandations qui la concernent ont été publiées sur son site.

Le financement des charges nucléaires de long terme, intégrant notamment les opérations de démantèlement, de traitement et de stockage de déchets à terminaison, est garanti par des provisions financières que chaque exploitant nucléaire a l'obligation de constituer à cet effet. Ce dispositif de sécurisation du financement de ces charges, introduit par la loi du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, permet de garantir dès aujourd'hui le financement de ces dépenses futures afin de ne pas reporter la charge financière de gestion des radioactifs sur les générations futures.

Le mécanisme de calcul des provisions pour charges de long terme est présenté en Annexe XII.

2.9. Comment les décisions en matière de politique énergétique sont-elles prises en compte pour la gestion des matières et déchets radioactifs ?

Certaines décisions en matière de politique énergétique ont une incidence sur les inventaires et les flux de matières et de déchets radioactifs et sur les besoins de transport, d'entreposage et de stockage à prendre en compte pour la définition de la stratégie de gestion des matières et déchets radioactifs.

A titre d'illustration, une augmentation de la durée envisagée de fonctionnement des réacteurs nucléaires a une incidence sur les volumes et les flux de matières et de déchets radioactifs qui en résultent. La construction de nouveaux réacteurs est également de nature à générer des volumes et flux additionnels de matières et déchets radioactifs, dont les caractéristiques peuvent être de même nature que ceux générés par les installations existantes ou de nature différente s'il s'agit de technologies nouvelles. De même, les choix de gestion des combustibles usés (absence de traitement, stratégie de traitement-recyclage* voire multirecyclage* des combustibles usés) ont des incidences sur la nature et la quantité de déchets produits par les installations dites du « cycle du combustible »* (cf. Annexe X).

Les décisions de politique énergétique en matière d'énergie nucléaire s'inscrivent dans le temps long et n'ont pour la plupart pas d'incidence mesurable à l'échelle de quelques années. Le cadre de gestion des matières et déchets radioactifs doit tenir compte de ces décisions de manière appropriée pour assurer une planification prudente et résiliente de la gestion des matières et des déchets radioactifs sur le long terme.

La mise à jour quinquennale du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs doit tenir compte des orientations de politique énergétique, fixées notamment par la Programmation pluriannuelle de l'énergie, actuellement en cours de mise à jour.

3. Le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR)



3.1. Les objectifs du PNGMDR

Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) est un **outil de pilotage** de la gestion des matières et déchets radioactifs, institué par la loi du 28 juin 2006. Il couvre l'ensemble des matières et déchets résultant des activités nucléaires civiles en France.[3]



Le PNGMDR permet d'orienter les études et réalisations, d'identifier les besoins éventuels et de formaliser les mesures correctives nécessaires à une gestion efficiente des matières et des déchets radioactifs. Il émet des recommandations d'actions, qui sont ensuite transcrites dans la réglementation par un décret, complété par un arrêté pour les prescriptions relatives aux études à réaliser.

Ses principaux objectifs sont de :

➢ **Dresser le bilan des modes de gestion** existants des matières et déchets radioactifs et des solutions techniques retenues ;

➢ **Recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage** et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;

➢ **Fixer les objectifs à atteindre**, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances, notamment pour les déchets radioactifs pour lesquels une filière de gestion n'a pas encore été déterminée ;

➢ **Organiser la mise en œuvre des recherches et études** sur la gestion des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes.

3 La mise en œuvre des prescriptions relatives aux déchets nucléaires de la défense relève directement du ministère des armées et de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND).

3.2. Les avancées des PNGMDR successifs

Les différentes éditions du PNGMDR ont permis une amélioration progressive et continue des différentes filières de gestion des matières et déchets radioactifs. La démarche d'élaboration du plan constitue en elle-même un cadre permettant de définir les grandes orientations pour garantir une gestion durable et sûre des matières et des déchets radioactifs.

D'un point de vue juridique, les principales mesures et demandes d'études établies dans les Plans sont transcrites dans des décrets et des arrêtés, leur conférant ainsi un caractère règlementaire .

L'ensemble des études prescrites par les différentes éditions du PNGMDR ont ainsi permis d'alimenter et de faire progresser les réflexions des Plans successifs concernant les modes de gestion des matières et des déchets. Les études réalisées dans le cadre des PNGMDR sont accessibles sur le site du PNGMDR https://dechets-radioactifs.ecologie.gouv.fr/









LES PRINCIPALES ÉVOLUTIONS HISTORIQUES DANS LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS FRANÇAIS

Dès les années 1970, la France a cessé de recourir à l'immersion de déchets radioactifs civils dans les océans pratiquée par une dizaine de pays après la seconde guerre mondiale, du fait de l'important potentiel de dilution marine. En 1993, les signataires de la Convention de Londres se sont engagés à ne plus mettre en œuvre cette gestion.

Avant la mise en service, dans les années 1990, des ateliers de vitrification* et de conditionnement des déchets de structure métallique, les déchets issus du retraitement étaient entreposés dans des silos ou des cuves sur le site de La Hague. Des opérations de reprise et de conditionnement de ces déchets anciens sont en cours : certaines ont bien progressé et d'autres doivent encore surmonter des défis techniques spécifiques notamment liés aux incertitudes relatives à l'inventaire de déchets, à l'accessibilité et au vieillissement des matériaux, le conditionnement des déchets anciens n'ayant pas été prévu à l'origine.

L'usine de retraitement* de La Hague permet à la France de conditionner les déchets les plus radioactifs sous la forme de verres très stables, dans des conteneurs standardisés, et de conditionner également les déchets issus de la structure métallique des combustibles usés sous forme compactée, dans des conteneurs de même dimension. Ces déchets sont actuellement entreposés à La Hague et au CEA de Marcoule, dans l'attente de leur stockage en couche géologique profonde.

Quatre plans se sont succédé depuis 2007, dont le contenu est détaillé en Annexe X. La loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs s'était nourrie des travaux menés pour l'élaboration du premier plan 2007-2009, travaux qui avaient été engagés dès 2003. L'actuelle édition du PNGMDR pour la période 2022-2026 est en cours de mise en œuvre, tandis que la prochaine édition couvrira la période 2027-2031.



La cinquième édition 2022-2026 du PNGMDR prolonge, approfondit et renforce les grands axes d'action des quatre éditions précédentes, au bénéfice des objectifs inscrits dans le code de l'environnement pour la gestion des matières et déchets radioactifs, à savoir essentiellement la mise en place de filières de gestion sûres, efficaces et compétitives pour l'ensemble des déchets radioactifs. En particulier, la cinquième édition accorde une importance particulière à la poursuite de la mise en place de filières de gestion pour les déchets n'en disposant pas encore (déchets FA-VL, MA-VL et HA), et à l'optimisation des filières existantes, en particulier celle des déchets de très faible activité, qui devront absorber des volumes importants produits par le démantèlement des installations nucléaires en cours (par ex. les centrales nucléaires d'ancienne génération centrale nucléaire de Brennilis) ou à venir (par ex. centrales nucléaires d'ancienne génération arrêtées comme actuellement en fonctionnement).

Au-delà de cette continuité de thématiques, la cinquième édition explore également de nouveaux horizons, suivant les avis de l'Autorité environnementale (Ae), du Haut-Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) et les recommandations issues du débat public sur l'édition 2022-2026 du Plan. Outre un volet consacré aux enjeux transversaux (sanitaires, environnementaux, mais également économiques, éthiques et relatifs aux transports ou aux territoires), cette édition a également permis de développer une méthode d'analyse dite « multiacteurs et multicritères » visant à apprécier l'ensemble des dimensions à considérer dans l'examen d'une question relative à la gestion des matières et déchets radioactifs. Le détail de cette méthode d'analyse, appliquée par exemple à certains déchets historiques ou actuellement en cours de déploiement pour les déchets FA-VL, est disponible en ligne.

Les priorités de la cinquième édition du PNGMDR visent à approfondir et renforcer les travaux initiés et en cours en France en matière de gestion des déchets radioactifs, tout en inscrivant la stratégie française dans une dimension entièrement nouvelle de participation et d'association en continu du public aux grands choix stratégiques à venir. Ce PNGMDR poursuit donc les travaux engagés visant à structurer les filières de gestion et à définir ou mettre à jour les stratégies de gestion afférentes.

– **Afin de renforcer la participation des parties prenantes à la prise de décision**, le PNGMDR a mis en œuvre une méthode d'analyse des problématiques, mobilisant des acteurs multiples, permettant ainsi leurs expressions et la communication de leurs priorités à travers de multiples critères (environnementaux, sanitaires, économiques, éthiques, territoriaux, etc.). Cette méthode est dite « multiacteurs et multicritères » et vise à éclairer l'élaboration des scénarios de gestion de certains déchets.

– **S'agissant des matières radioactives**, ce cinquième PNGMDR a permis de renforcer le cadre de l'évaluation du caractère valorisable des matières radioactives en demandant aux propriétaires de matières d'élaborer des plans de valorisation de ces dernières, dont les principaux jalons seront inscrits dans la réglementation. Ces plans de valorisation ont été remis par les propriétaires de matières et sont actuellement en cours d'instruction par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC).

– **Le cinquième PNGMDR a également ouvert la voie de la valorisation au cas par cas de certains déchets métalliques TFA** tout en poursuivant les travaux visant à permettre d'autres options de gestion afin de répondre aux enjeux des volumes conséquents à venir des déchets TFA (notamment via la recherche de capacités supplémentaires de stockage). Dès 2022, deux décrets et un arrêté ont été publiés afin de permettre la valorisation au cas par cas de certains déchets TFA. Le projet de Technocentre dont l'implantation est envisagée sur le site de Fessenheim et qui a fait l'objet d'un débat public en 2024-2025, s'inscrit dans ce cadre et a pour objet la valorisation de métaux TFA. Si le projet de Technocentre voit le jour, le Plan actuel prévoit d'assurer un retour d'expérience sur ces opérations de valorisation.

– **S'agissant des déchets FA-VL**, l'objectif en cours consiste à définir un schéma de gestion stabilisé à l'horizon de la fin du PNGMDR 2022-2026 permettant d'appréhender la grande diversité de cette famille de déchets[4], et de leur associer, autant que possible, des filières de stockage. Les travaux d'analyse dite « multiacteurs et multicritères » sont en cours et devraient permettre de remettre des orientations aux décideurs publics d'ici la fin d'année 2025, afin que l'Andra puisse consolider par la suite un schéma global de gestion pour cette catégorie de déchets.

– **En ce qui concerne les déchets HA et MA-VL**, le cinquième PNGMDR a inscrit leur gestion dans un double principe : poursuivre la mise en œuvre du projet Cigéo tout en tirant parti du temps long de son déploiement pour analyser les options de gestion alternatives ou complémentaires. Le Comité d'étude aux alternatives (CEDA) institué en ce sens par le Plan actuel a remis son rapport d'étape en 2024, et rendra ses conclusions définitives à horizon 2026. Actuellement, ce Comité a statué sur l'absence d'alternatives crédibles à court ou moyen termes. Ce rapport d'étape est disponible en ligne. D'autre part, les travaux d'actualisation du coût du projet Cigéo ont été rendus publics au premier semestre 2025 tandis que la définition des grands jalons du projet a été précisée. En vue de la phase industrielle pilote (PhiPil) de Cigéo, qui pourrait démarrer à horizon 2028, l'Andra a également fait des propositions en matière de gouvernance, d'objectifs et de critères de réussite pour cette phase. Leur instruction est en cours au sein de la gouvernance du Plan.

– **Une attention particulière a également été portée sur la gestion de catégories particulières de déchets** tels que les déchets hérités de l'histoire et les déchets miniers. Les solutions de gestion de ces déchets spécifiques doivent articuler les principes résultant d'une stratégie définie au niveau national ainsi que les enjeux territoriaux et locaux liés aux modes de gestion retenus. La responsabilité de la mise en œuvre de ces principes doit être portée par les autorités administratives compétentes, dans le cadre réglementaire existant en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ou d'installations nucléaires de base (INB).

– La gouvernance de ce PNGMDR a été élargie pour assurer un pluralisme plus important. Ainsi des élus et des représentants des collectivités territoriales ont été associés en complément des membres historiques du groupe de travail dédié au PNGMDR , tel que composé jusqu'à cette édition. Elle vise également à garantir une meilleure association du public à sa mise en œuvre avec des rendez-vous réguliers prévus tout au long de ces cinq années. La gouvernance élargie a permis de réunir, notamment lors des différentes réunions de la Commission « orientations », des publics aux opinions diverses en offrant un cadre de dialogue à l'ensemble des parties prenantes.

– Enfin, le PNGMDR 2022-2026 permet d'**explorer toute une série d'enjeux transversaux**, suivant en cela les recommandations de diverses parties prenantes et des conclusions du débat public qui a précédé son élaboration. La plupart des actions relatives à ces enjeux transversaux sont actuellement en cours de réalisation. Les actions relatives aux enjeux environnementaux sont en cours de déploiement, celles afférentes aux enjeux économiques sont en phase de terminaison ou d'instruction, tandis que les problématiques éthiques sont en cours d'analyse au sein d'un comité dédié. Enfin, les enjeux relatifs aux transports et aux territoires sont actuellement en phase de mise en œuvre, avec le soutien de relais locaux, notamment l'Association nationale des Comités et Commissions Locales d'information (ANCCLI).

4 Les déchets FA-VL regroupent des déchets radifères, des déchets de graphite, des déchets bitumés, des déchets technologiques, des résidus de traitement de conversion de l'uranium (RTCU), et des substances radioactives d'origine naturelle (SRON), eux-mêmes subdivisés en différentes catégories particulières de déchets aux propriétés parfois très différentes les unes des autres.

LES ENJEUX TRANSVERSAUX, UNE NOUVEAUTÉ IMPORTANTE DE L'ÉDITION 2022-2026 DU PNGMDR

La DGEC a initié des actions et études sur divers enjeux sociétaux au sein de l'édition 2022-2026 du PNGMDR, selon les recommandations issues du débat public préalable à cette cinquième édition. Ces actions, en cours de mise en œuvre, sont de nature à rassembler largement les parties prenantes de la gouvernance du Plan et sont l'occasion d'élargir également la participation des parties prenantes aux autres actions du Plan.

Les enjeux environnementaux, notamment liés à l'évaluation de la nocivité des matières et des déchets, font par exemple actuellement l'objet de discussions au sein d'un groupe de travail pluraliste réunissant de nombreux experts issus des sciences humaines et sociales. Les actions relatives aux problématiques économiques visent quant à elles à mieux informer le public sur les coûts de gestion des matières et des déchets radioactifs. Des actions liées aux transports et aux territoires visent également à favoriser l'information du public mais également à construire de nouveaux cadres de discussion avec les territoires concernés par les activités liées à la gestion des matières et des déchets.

Enfin, un comité d'étude et de dialogue sur les enjeux éthiques pour la gestion des matières et des déchets radioactifs est actuellement en cours de mise en place. Les travaux dédiés aux enjeux éthiques ont d'ores et déjà réuni de nombreuses participations issues de la société civile, sous la présidence d'un collège d'experts universitaires.

L'arrêté établissant les prescriptions du PNGMDR 2022-2026 comporte plus de 120 actions à mener. Sur cet ensemble, plus de 70 actions sont aujourd'hui achevées. Au terme de la moitié de la période couverte par l'actuelle édition du PNGMDR, environ 60 % des prescriptions ont ainsi été mises en œuvre.

L'état d'avancement de l'ensemble des actions du plan, régulièrement mis à jour, peut être consulté sur le site internet dédié.

LES TRAVAUX DE LA COMMISSION « ORIENTATIONS »

En vue de réunir un plus large public, la Commission « orientations » rassemble les principaux producteurs de déchets, les autorités administratives nationales (DGEC*, ASNR*, MSNR*, OPECST*) et locales (AMF*, ADF*) ainsi que des associations (Greenpeace, France Nature Environnement, Robin des Bois, NégaWatt) et des fédérations professionnelles ou sociétés savantes (SFEN, GIFEN). Au total, plus d'une trentaine d'organisations se réunissent sous la présidence d'une personnalité qualifiée indépendante pour discuter et analyser les différentes actions et travaux du Plan.

La Commission « orientations » s'attache à favoriser une expression pluraliste, le débat et la confrontation des points de vue, afin d'éclairer les décideurs publics.

4. Principales questions identifiées pour le débat public préparatoire à la 6e édition du PNGMDR 2027-2031



Au regard des travaux réalisés dans les plans successifs, et de l'avancement des actions du PNGMDR 2022-2026 en cours, les questions suivantes, couvrant l'ensemble des thématiques de gestion des matières et des déchets radioactifs, ont été identifiées pour nourrir les échanges du débat public préparatoire à la 6ème édition du PNGMDR 2027-2031.

4.1. Comment davantage intéresser la société dans son ensemble à la gestion des matières et des déchets radioactifs ?

La France est dotée d'une filière nucléaire civile importante, qui représente notamment de l'ordre de 70 % de la production totale d'électricité et qui permet la production d'une électricité décarbonée. Cette filière nucléaire contribue significativement à l'activité économique du pays, dont elle constitue la 3ème filière industrielle avec 220 000 emplois directs et indirects. La gestion des matières et déchets radioactifs représente par voie de conséquence un enjeu qui concerne l'ensemble de la société française.

Dans ce contexte, la participation et l'association en continu du public aux choix de gestion des matières et déchets radioactifs constitue un objectif constant des pouvoirs publics.

A ce titre le PNGMDR 2022-2026 poursuit l'objectif d'une association toujours plus importante des élus, représentants des collectivités territoriales, des associations et de la société civile en général. Une nouvelle instance de gouvernance – la Commission Orientations* – associant la société civile, les industriels et les administrations a été instaurée afin d'éclairer les enjeux structurants du Plan, notamment s'agissant des enjeux socio-économiques, politiques, éthiques, et environnementaux.

Le maître d'ouvrage souhaite poursuivre et renforcer encore l'association des différentes parties prenantes à cette Commission Orientations*, et notamment les parties issues de la société civile, qui auront témoigné d'un intérêt tout particulier pour les discussions autour des enjeux transversaux lors de l'édition 2022-2026. Il s'agira aussi de viser une meilleure diffusion des travaux du plan auprès d'un public le plus large possible, incluant les jeunes générations et de nouveaux acteurs plus diversifiés.

Pour ce faire, il est proposé d'étudier la mise en application d'outils de participation et d'information du public plus innovants dans le déploiement du PNGMDR afin de toucher des publics cibles plus variés. Des coopérations entre la gouvernance du Plan et des acteurs plus divers (universités, ***think tanks***, associations, créateurs de contenu) pourraient être envisagées pour toucher des publics plus larges.

Par ailleurs, les efforts visant à clarifier le Plan en limitant le nombre d'actions prescrites gagneraient à être poursuivis afin que les livrables permettent de dégager des orientations claires, et servent de supports d'aide à la prise de décision.

Le public est invité à se prononcer sur la question suivante :

Comment susciter davantage l'intérêt de la société dans son ensemble pour les enjeux et les travaux relatifs à la gestion des matières et des déchets radioactifs ?

Il est attendu que le débat public permette :

- **d'identifier des pistes pour susciter davantage et durablement l'intérêt de la société dans son ensemble, y compris en s'appuyant sur des méthodes ou des outils innovants ;**
- **de mieux comprendre les attentes du public afin d'identifier les actions prioritaires à mener en matière d'association et de participation des publics pour la prochaine édition du PNGMDR**

4.2. Comment assurer une planification résiliente de la gestion des matières et des déchets radioactifs dans le contexte de projets nouveaux visant à relancer la filière nucléaire ?



Pour répondre aux défis climatiques et énergétiques majeurs auxquels elle devra faire face dans les décennies à venir, la France est engagée dans une transition énergétique globale visant à atteindre la neutralité carbone à l'horizon de 2050.

La stratégie du Gouvernement pour y parvenir s'inscrit dans trois dimensions principales : la lutte contre le changement climatique, la maîtrise des prix de l'énergie et la préservation de la sécurité d'approvisionnement énergétique. Cette stratégie s'appuie sur deux piliers : la réduction de la consommation d'énergie, grâce à la sobriété et à l'efficacité énergétiques, et l'accélération de la production d'énergie décarbonée avec la relance du nucléaire et le développement des énergies renouvelables.

Le gouvernement travaille depuis 2021 à la révision des trois documents de planification en matière de climat et d'énergie : la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), la Programmation pluriannuelle sur l'énergie (PPE) et le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC). Ces trois documents constituent la Stratégie française pour l'énergie et le climat (SFEC), révisée tous les 5 ans.

La troisième édition du Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) a été publiée le 10 mars 2025 et vise à préparer la France à un scénario de + 4°C en 2100. La révision de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) est actuellement en cours – sa dernière édition date de 2020. Après plusieurs phases de participation du public en 2022, 2023 et 2024 avec une concertation nationale, la publication du projet de troisième édition de la Programmation pluriannuelle de l'énergie pour la période 2025 - 2035 (PPE-3) est envisagée en 2025, après la consultation finale du public organisée du 7 mars au 5 avril 2025.

Le projet de PPE-3 porte une relance ambitieuse de la filière nucléaire, au travers notamment de la poursuite du fonctionnement des réacteurs existants en toute sûreté, de la construction de nouveaux réacteurs de grande puissance et du développement de concepts de réacteurs innovants, et de la poursuite de la stratégie française de traitement et de valorisation du combustible nucléaire usé, dans la perspective d'une fermeture du cycle* du combustible et du déploiement de réacteurs à neutrons rapides (RNR). La fermeture du cycle correspond à une valorisation aussi complète que possible des matières nucléaires issues des combustibles usés, permettant de se passer durablement d'apport en uranium naturel pour produire de l'énergie nucléaire. Ces orientations sont détaillées dans le projet de PPE-3 soumis en 2024 à la consultation du public. (https://www.debatpublic.fr/concertation-sur-la-programmation-pluriannuelle-de-lenergie-ppe-et-la-strategie-nationale-bas-5709).

Les orientations en matière de politique énergétique sont susceptibles d'avoir une incidence sur les inventaires et les flux de matières et de déchets radioactifs et, en conséquence, sur les besoins de transport, d'entreposage et de stockage à prendre en compte pour la définition de la stratégie de gestion des matières et déchets radioactifs. Dès lors que ces orientations s'inscrivent dans le temps long, elles n'ont pour la plupart pas d'incidences mesurables à l'échelle d'une édition du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, à savoir cinq ans. Il importe néanmoins d'en tenir compte de manière appropriée, en anticipant leurs conséquences, pour assurer une planification prudente et résiliente de la gestion des substances radioactives sur le long terme.

A ce titre le PNGMDR 2022-2026 poursuit plusieurs actions visant à expliciter les liens entre la politique énergétique et la politique de gestion des matières et des déchets radioactifs, et à renforcer les interactions entre elles. Ces actions reposent notamment sur la définition de scénarios prospectifs contrastés s'agissant de l'évolution du parc électronucléaire et des installations du cycle associées. Ces scénarios couvrent un large éventail de perspectives, allant du non renouvellement du parc électronucléaire et des installations du cycle du combustible* (fabrication de combustibles, traitement de combustibles usés, etc.) associées, jusqu'à une relance ambitieuse de la filière telle que poursuivie par le projet de PPE-3 – dont ils ont permis d'alimenter la préparation, en en documentant les enjeux pour la gestion des matières et déchets radioactifs.

La prise en compte des incidences de nouvelles orientations de politique énergétique a vocation à être approfondie de manière graduelle à mesure que les projets industriels associés se précisent. A ce titre, des études sont par exemple menées par EDF, en lien avec le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), sur les principaux enjeux techniques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs existants au-delà d'une durée de 50 ans et de 60 ans. L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) envisage de prendre position sur cette perspective à la fin de l'année 2026.

De son côté, la préparation du programme de construction de six réacteurs de technologie EPR2 (***Evolutionary Power Reactor 2***) sur les sites nucléaires de Penly, Gravelines et Bugey par EDF se poursuit, dans la perspective d'une décision finale d'investissement par EDF envisagée en 2026. Des travaux sont également en cours pour étudier une éventuelle extension de ce programme à huit réacteurs EPR2 supplémentaires. Pour ce qui concerne le développement de petits réacteurs modulaires (SMR) ou innovants (AMR), les premiers démonstrateurs, attendus au début de la décennie 2030, ne devraient trouver leur concrétisation industrielle qu'à l'horizon de 2035-2040.

Enfin, les conclusions des travaux menés par Orano avec les autres industriels de la filière nucléaire pour préciser les scénarios industriels les plus appropriés pour assurer la pérennité puis le renouvellement des installations du cycle du combustible, et la poursuite de la stratégie de retraitement et de valorisation du combustible au-delà de 2040, sont attendus en 2026.

Ce projet dit « aval du futur » inclurait le renouvellement des usines de fabrication de combustibles MOx, des bassins d'entreposages des combustibles usés et des ateliers de traitements des combustibles usés sur le site de la Hague.

Concernant l'objectif de fermeture du cycle du combustible nucléaire à l'horizon de la fin du siècle, il est attendu que les travaux approfondis que la filière nucléaire poursuit actuellement avec le Gouvernement permettent d'identifier d'ici 2026 les études nécessaires en vue d'une décision, à l'horizon du début de la décennie 2030, sur les caractéristiques des réacteurs à neutrons rapides à retenir, ainsi que ceux des installations du cycle associées. Dans l'attente de disposer d'une filière de réacteurs à neutrons rapides, les industriels de la filière nucléaire (Orano, EDF, Framatome) étudient, en lien avec le CEA, la faisabilité technico-économique du multirecyclage* dans les réacteurs nucléaires en fonctionnement ou en développement.

Ces projets et les travaux d'ores et déjà conduits pour en apprécier les incidences sur la politique de gestion des matières et déchets radioactifs sont détaillés en Annexe XIII.

Dans son avis du 4 mars 2025 relatif aux enjeux et aux orientations à considérer dans le cadre de la préparation du 6ème Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ANSR) souligne également la nécessité d'assurer une cohérence entre ce plan et la Programmation pluriannuelle de l'énergie.

Le maître d'ouvrage souhaite approfondir ces questions avec le public, alors que certains projets industriels annoncés restent dans une phase de développement préliminaire et devraient se préciser sur la période 2027-2031 couverte par la prochaine édition du PNGMDR.

Le public est invité à se prononcer sur la question suivante :

Alors que la relance du nucléaire est annoncée autour de nouveaux projets dont les contours techniques doivent encore être précisés, comment assurer une planification prudente et résiliente de la gestion des matières et des déchets radioactifs sur le long terme ?

Il est attendu que le débat public permette :

- d'informer le public sur l'implication des choix de politique énergétique sur la gestion des matières et déchets radioactifs, en analysant la robustesse de cette politique à leur évolution possible, et en procédant par analyse de sensibilité ;
- de préciser les conditions dans lesquelles les études et projets industriels en cours, encore à un stade préliminaire de définition, ont vocation à être pris en compte pour la mise en œuvre d'une planification prudente et résiliente de la gestion des matières et des déchets radioactifs aux différents horizons de temps (court, moyen et long termes) ;
- de faire émerger en conséquence les actions essentielles à mener sur la période du prochain plan pour disposer d'une gestion robuste, durable et sûre des matières et des déchets radioactifs.

4.3. Comment tenir compte des solutions techniques et des incertitudes géopolitiques pour apprécier les perspectives d'utilisation d'une matière radioactive ?

En France, la catégorisation des substances radioactives établie à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement distingue les matières radioactives, pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement, et les déchets radioactifs, pour lesquels tel n'est pas le cas.

Les principales matières radioactives détenues sur le territoire français sont l'uranium (naturel, de retraitement, enrichi ou appauvri), le plutonium, le thorium et les combustibles nucléaires, neufs et usés (cf. Annexe VI et Annexe VII). Ces matières sont valorisées ou pourraient l'être principalement sous la forme de combustibles à base d'uranium naturel enrichi (UNE), de mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium (MOx), d'uranium de retraitement enrichi (URE) ou de nouveaux concepts de combustibles, notamment dans la perspective du multirecyclage* en réacteurs et/ou du développement de réacteurs à neutrons rapides. Certains de ces procédés de valorisation reposent sur le parc de réacteurs existants et les usines actuelles du cycle du combustible, notamment l'usine de retraitement de La Hague, tandis que d'autres supposent le déploiement de nouvelles installations, réacteurs ou usines du cycle.

Le cadre juridique en vigueur en France vise à s'assurer que la catégorisation effective des matières et des déchets radioactifs traduise la recherche d'un optimum technique, économique et environnemental de long terme dans la gestion des matières au regard des enjeux associés à leur entreposage, leur valorisation et, le cas échéant, leur stockage en cas de requalification comme déchets. Il importe en particulier d'avoir l'assurance de pouvoir entreposer les substances radioactives dans des conditions conformes aux règles de sûreté et de radioprotection, en vue de leur valorisation ultérieure, ou le cas échéant de leur stockage définitif. La loi française prévoit à cette fin, à l'article L. 542-13-2 du code de l'environnement, que les propriétaires de matières radioactives tiennent informés les ministres chargés de l'énergie et de la sûreté nucléaire des procédés de valorisation qu'ils envisagent, ou des changements envisagés en la matière, et que l'autorité administrative peut requalifier des matières radioactives en déchets radioactifs si les perspectives de valorisation de ces matières ne sont pas suffisamment établies.

Dans un avis du 8 octobre 2020 sur la gestion des matières radioactives et l'évaluation de leur caractère valorisable, l'ASNR a estimé que la valorisation d'une matière radioactive pouvait être considérée comme plausible si l'existence d'une filière industrielle d'utilisation de cette matière était réaliste à un horizon d'une trentaine d'années et que l'absence de perspective d'utilisation à l'horizon d'une centaine d'années devait conduire à requalifier la substance considérée en déchet. Ces principes l'avaient notamment conduit à estimer qu'une « ***quantité substantielle*** » d'uranium appauvri pourrait être requalifiée comme déchet, au regard de l'inventaire actuel et des flux anticipés.

Or, s'agissant de l'uranium appauvri, si son utilisation actuelle comme protection contre les rayonnements sur les sites nucléaires ou pour la production de combustible constitué d'un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium (MOx) ne concerne qu'une part de l'inventaire et des flux anticipés, une utilisation ultérieure de cet uranium est également envisagée pour le développement de réacteurs de quatrième génération à neutrons rapides. En outre, si le ré-enrichissement de l'uranium appauvri en vue de son utilisation dans les réacteurs nucléaires existants ne présente pas d'intérêt économique aujourd'hui, au regard notamment du cours de l'uranium naturel, des évènements géopolitiques ou climatiques pourraient faire évoluer cet équilibre.

Au-delà du cas précis de l'uranium appauvri, le contexte géopolitique récent et les nouvelles perspectives de développement de capacités électronucléaires mondiales dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique sont susceptibles de créer des tensions sur le marché de l'uranium. Si la sé-

curité d'approvisionnement en uranium du parc nucléaire français reste assurée de manière résiliente, en s'appuyant en particulier sur une stratégie d'approvisionnements diversifiés, les perspectives du multirecyclage* des combustibles usés, et à terme du développement de réacteurs à neutrons rapides, conduiraient à valoriser des substances radioactives actuellement peu ou pas exploitées, au bénéfice de la réduction du besoin en uranium naturel et du renforcement de la souveraineté énergétique française.

Dans son avis du 4 mars 2025 relatif aux enjeux et aux orientations à considérer dans le cadre de la préparation du 6ème Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, l'ANSR a précisé sa position sur les perspectives de valorisation des combustibles usés en ce sens, en notant que des études étaient en cours pour définir les conditions de fermeture du cycle du combustible, incluant le développement possible de réacteurs à neutrons rapides en France, et que les décisions politiques à venir sur ces perspectives devraient être prises en compte pour les éventuels arbitrages relatifs à la requalification de matières radioactives en déchets par l'autorité administrative – à savoir le ministère chargé de l'énergie.

A ce titre le PNGMDR 2022-2026 poursuit plusieurs actions visant à renforcer le cadre de l'évaluation du caractère valorisable des matières radioactives et anticiper les enjeux de gestion des matières en cas de requalification en déchets (voir le détail sur le site internet dédié). Il prévoit notamment que les détenteurs de matières radioactives élaborent des plans de valorisation de leurs matières, en cohérence avec les dispositions de l'article L. 542-13-2 susmentionné, afin de permettre à l'autorité administrative d'apprécier le caractère effectivement valorisable des substances aujourd'hui considérées comme matières. Ces plans de valorisation ont été remis par les détenteurs de matières et sont actuellement en cours d'instruction au titre de la mise en œuvre de la 5e édition du PNGMDR.

Le maître d'ouvrage souhaite approfondir avec le public les enjeux afférents et les méthodes qui pourraient être appliquées pour maintenir une gestion des matières et déchets radioactifs prudente et résiliente en tenant compte tant des aspects stratégiques de la politique énergétique et des risques géopolitiques, que des incertitudes techniques et des coûts d'entreposage des matières et de stockage des déchets associés.

Le public est invité à se prononcer sur la question suivante :

Quelles considérations, y compris stratégiques, doivent être prises en compte pour apprécier les perspectives de valorisation des matières radioactives dans un environnement technique et géopolitique incertain ?

Il est attendu que le débat public permette :

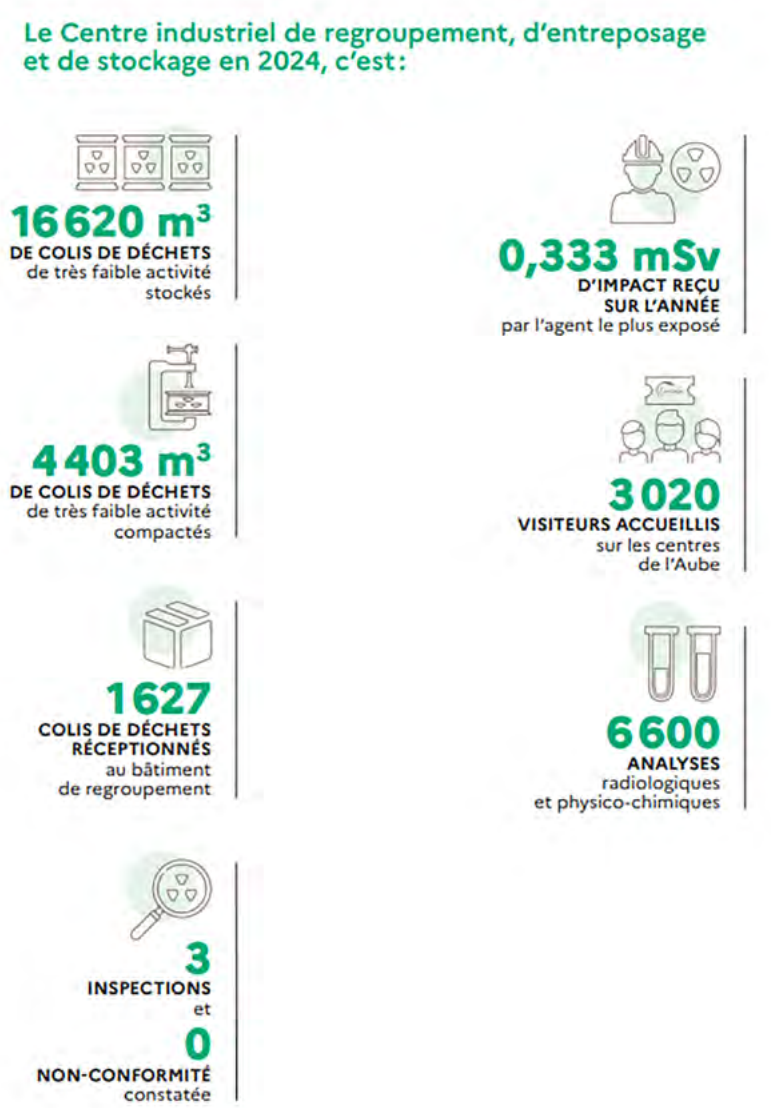
- **d'informer le pub**lic sur les travaux en cours visant à renforcer le cadre de l'évaluation du caractère valorisable des matières radioactives ;
- de recueillir les attentes et observations du public sur la prise en compte d'une dimension stratégique dans l'appréciation des **perspectives de valorisation des matières. et des déchets radioactifs.**

4.4. Comment poursuivre l'étude de la valorisation et du recyclage des déchets très faiblement radioactifs au-delà du cas des métaux ?

L'arrêté du 7 février 2012 dispose que tous les déchets produits au sein de certaines zones d'une installation nucléaire de base (INB) sont considérés, par précaution, comme radioactifs, et doivent être dirigés vers des filières dédiées. Les producteurs de déchets radioactifs doivent les trier et en assurer le conditionnement. Ils assurent l'entreposage des déchets et sont responsables de leur transport jusqu'aux centres de stockage.

Il convient de noter que notamment l'Allemagne, la Suède ou encore les Etats-Unis mettent en œuvre une gestion des déchets très faiblement radioactifs à partir de contrôle *in situ* fondée sur leur libération dans le domaine public sous réserve du respect de différents critères d'exposition du public et ce quels que soient les usages possibles, sans que l'instruction d'un dossier de dérogation spécifique ne soit nécessaire.

Actuellement, les principaux déchets TFA stockés sur le centre de stockage dédié (Cires) sont des métaux (44%) et des gravats (34%). A terme, environ deux millions de mètres cubes de déchets TFA sont attendus selon une répartition globale proche, notamment en lien avec les chantiers de démantèlement à venir.





Concernant spécifiquement le démantèlement, en fin d'année 2021, trente-cinq installations étaient définitivement arrêtées en France dont vingt-trois sont en cours de démantèlement.

Les démantèlements sont des opérations complexes qui peuvent s'étendre sur une ou plusieurs dizaines d'années.

L'article L. 593-25 du code de l'environnement prévoit que la stratégie de démantèlement immédiat soit mise en œuvre par les exploitants des installations nucléaires de base : « Lorsque le fonctionnement d'une installation nucléaire de base ou d'une partie d'une telle installation est arrêté définitivement, son exploitant procède à son démantèlement dans un délai aussi court que possible, dans des conditions économiquement acceptables et dans le respect des principes énoncés à l'article L. 1333-1 du code de la santé publique et au II de l'article L. 110-1 du présent code ». Cette stratégie permet notamment de ne pas faire porter le poids des démantèlements sur les générations futures, tant aux plans techniques que financiers. Elle permet également de bénéficier des connaissances et compétences des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation.

Les démantèlements des installations nucléaires sont des opérations qui génèrent principalement des déchets gravats et métalliques très faiblement radioactifs. Leur valorisation par recyclage est un enjeu du PNGMDR.

Le PNGMDR 2022-2026 a permis de poursuivre les travaux nécessaires à la valorisation des métaux français très faiblement radioactifs. Cette démarche s'est inscrite dans une logique de valorisation des déchets au lieu de les stocker dans des centres de stockage , avec pour objectif l'émergence d'une économie de ressource et la mise en œuvre d'une économie circulaire. Il pourrait être envisagé d'étendre cette possibilité à d'autres types de déchets très faiblement radioactifs.

En pratique, la réglementation prévoit aujourd'hui la possibilité d'accorder des dérogations ciblées à l'interdiction fixée par le code de la santé publique d'utilisation de substances issues de la filière nucléaire dans des biens de consommation et les produits de construction, uniquement pour les métaux très faiblement radioactifs. Ces dérogations sont strictement encadrées et accordées le cas échéant au terme de l'instruction d'un dossier argumenté présenté par l'exploitant pour la valorisation de ces métaux de très faible activité après fusion. En particulier, sont fixées des limites après traitement en fonction de la nature des radioéléments en question : l'exposition additionnelle par rapport à la radioactivité naturelle pouvant résulter de tout usage de produits issus de l'opération de valorisation ne doit pas excéder 10 microsieverts* par an. Ce niveau, retenu par la directive européenne 2013/59/Euratom applicable, correspond à une exposition 300 fois inférieure à l'exposition annuelle moyenne liée à la radioactivité naturelle d'une personne vivant en France ou encore à l'exposition reçue après un voyage de 8 heures en avion, du fait de l'exposition supérieure aux rayonnements en altitude. Le projet de Technocentre porté par EDF sur le site de Fessenheim vise à permettre la valorisation de ce type de métaux très faiblement radioactifs.

Le maître d'ouvrage souhaite approfondir les perspectives de valorisation des déchets très faiblement radioactifs au-delà des seuls métaux très faiblement radioactifs, au regard notamment des perspectives de retraitement, de valorisation ou de réemploi ouvertes par les chantiers de démantèlement à venir.

Dans ces conditions, il paraît indiqué :

– De consolider les inventaires prospectifs des déchets de très faible radioactivité en tenant compte des chantiers de démantèlement en cours et à venir d'ici la fin du siècle ;

– D'étudier des schémas de valorisation pour les déchets de très faible radioactivité constitués par des terres et gravats ou des liquides constitués par les effluents très faiblement radioactifs provenant des circuits des installations nucléaires ;

– D'étudier les éventuelles adaptations du droit qui pourraient être envisagées.

Le public est invité à se prononcer sur la question suivante :

En complément des travaux engagés sur la valorisation des métaux, d'autres types de déchets très faiblement radioactifs, comme les gravats de béton ou les liquides, gagneraient-ils à être retraités et valorisés pour réduire les volumes devant être stockés ?

Il est attendu que le débat public permette **:**

de recueillir les attentes et observations du public sur la perspective que d'autres types de déchets très faiblement radioactifs soient recyclés et valorisés.

4.5. Comment définir des solutions de stockage adaptées à la grande diversité des déchets faiblement radioactifs à longue durée de vie ?

La problématique des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) a été portée depuis le premier PNGMDR. En raison de leur diversité et de leurs caractéristiques très variées, ces déchets sont aujourd'hui encore dans l'attente d'un schéma global de gestion identifiant des solutions de gestion finales pour leurs différentes familles.

Les déchets de faible activité à vie longue ont un niveau de radioactivité faible, de quelques dizaines à plusieurs centaines de milliers de Becquerel par gramme et le temps nécessaire à l'atteinte d'un seuil ne présentant pas de risques pour la santé humaine et l'environnement peut atteindre plusieurs centaines de milliers d'années. Ils regroupent des déchets de graphite provenant du démantèlement des anciens réacteurs de la filière Uranium Naturel Graphite Gaz (par exemple les réacteurs Chinon A1, Chinon A2, Chinon A3, Bugey 1, Saint-Laurent A1 et Saint-Laurent A2), des déchets radifères issus d'activités industrielles non-électronucléaires (par exemple le traitement de minerais naturels, l'assainissement d'anciens sites industriels, ou la production d'objets anciens utilisant de la radioactivité, etc.) et d'autres types de déchets tels que certains colis de déchets anciens conditionnés dans du bitume ou des résidus de traitement de conversion de l'uranium issus de l'usine d'Orano à Malvési. Une partie des déchets FA-VL a déjà été produite par l'exploitation de ces installations et les opérations de démantèlement passées, et est entreposée sur les sites de production. L'autre partie est à venir avec la poursuite des opérations de démantèlement.

ENTREPOSAGE DES DÉCHETS FA-VL



Les déchets FA-VL doivent faire l'objet d'une gestion spécifique, adaptée

en fonction de leurs caractéristiques. Compte tenu de la diversité des déchets FA-VL liée à leur nature, leur origine, leur niveau d'activité ou encore leur spectre radiologique et des quantités importantes qu'ils représentent, l'identification de solutions de gestion pour ces déchets revêt une complexité particulière ; cela constitue un enjeu important pour la stratégie globale de gestion des déchets radioactifs.

A ce titre, le PNGMDR 2022-2026 a poursuivi l'instruction de solutions de gestion envisageables pour l'ensemble des déchets actuellement catégorisés comme FA-VL, ainsi que pour les déchets MA-VL qui pourraient être recatégorisés comme déchets FA-VL. Pour chaque déchet, différentes solutions de gestion ont été identifiées, allant de solutions de stockage à faible profondeur dédiées à ces déchets à une prise en charge éventuelle de certains déchets FA-VL dans d'autres filières tels que les centres de stockage de surface actuellement en exploitation ou leurs futures extensions, ou encore le centre de stockage en projet Cigéo. Ces solutions font actuellement l'objet d'une analyse multiacteurs et multicritères (AMAMC). La faisabilité d'un stockage à faible profondeur sur le territoire de la communauté de communes de Vendeuvre-Soulaines (CCVS) pour une partie de ces déchets est étudiée, ainsi qu'à proximité du site d'Orano de Malvési pour les résidus de traitement de conversion de l'uranium (RTCU) produits par les installations du site (cf. Annexe I.e). Les conclusions qui seront apportées permettront de préciser les modes de gestion à privilégier pour ces déchets FA-VL. D'ores et déjà, les problématiques soulevées par la définition des filières de gestion pour ces déchets permettent de préciser les enjeux liés à la gestion de ces déchets FA-VL.

Le maître d'ouvrage souhaite poursuivre les études concernant le site déjà identifié de la Communauté de communes de Vendeuvre-Soulaines (CCVS), en coopération avec les acteurs du territoire, ainsi que les études relatives aux autres options de gestion envisagées, en lien avec les enseignements des travaux liés au développement d'un stockage sur le site de la CCVS montrant l'intérêt d'une solution complémentaire.

Afin d'éclairer ces perspectives, il convient également d'approfondir la caractérisation des coûts globaux afférents à la gestion des déchets radioactifs FA-VL, en examinant les coûts unitaires et totaux de stockage selon les approches.



Le public est invité à se prononcer sur la question suivante :

Pour les déchets faiblement radioactifs à longue durée de vie (FA-VL), qui présentent une grande diversité, quels critères intégrer pour déterminer les solutions de gestion à privilégier ? En particulier comment prendre en compte les enjeux de sûreté, les temporalités et besoins industriels mais également les équilibres socio-économiques et territoriaux ?



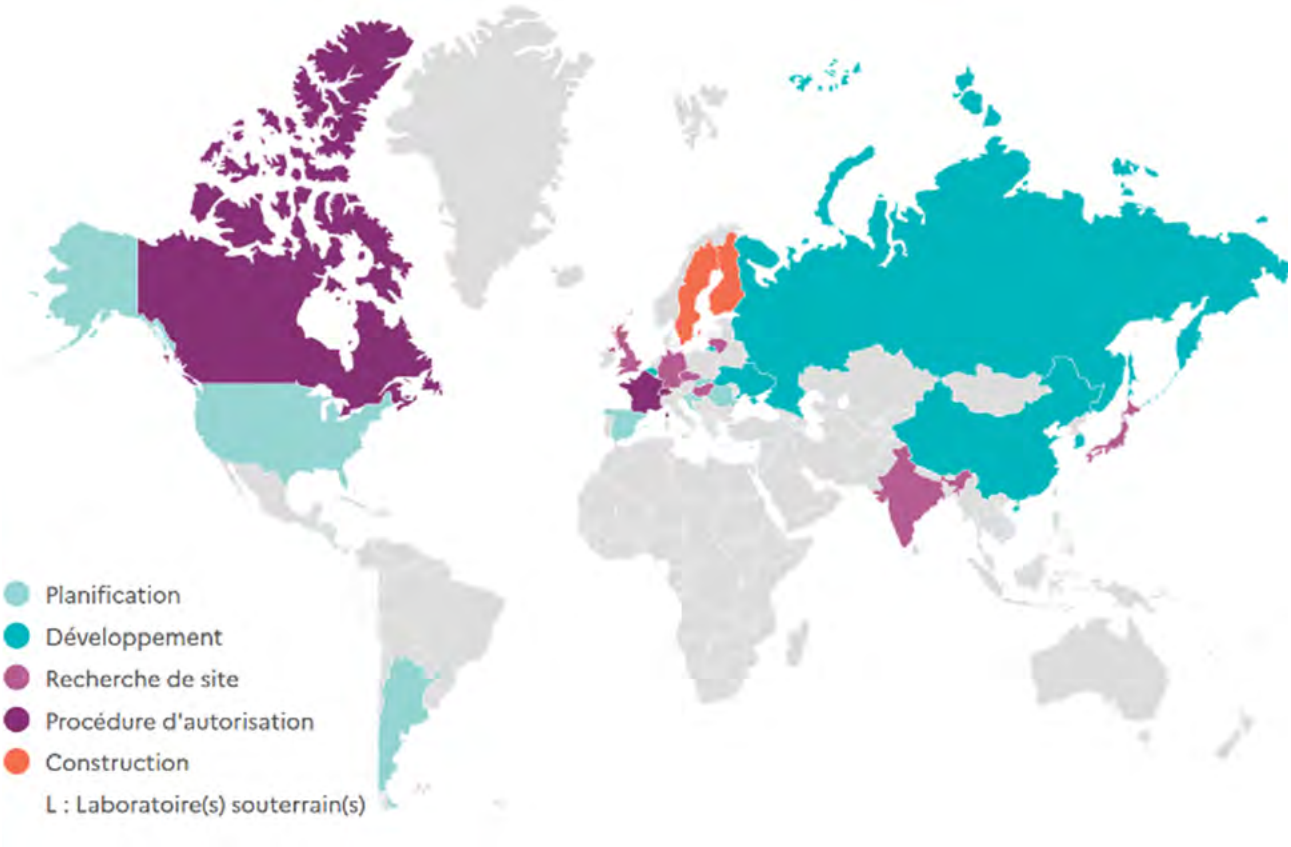
Il est attendu que le débat public permette :

- **de sensibiliser le public aux enjeux associés à la définition d'une solution de stockage adaptée à la grande diversité des dé**chets faiblement radioactifs à longue durée de vie ;
- d'approfondir avec le public les critères à intégrer et, au-delà des critères techniques et de sûreté, les dimensions socio-**économiques et territoriales à prendre en compte dans ce cadre.**

4.6. Comment assurer la réussite de la phase industrielle pilote du projet « Cigéo » de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde ?

Sur le fondement des recherches initiées par la loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, ainsi que leurs évaluations, et à la suite d'un débat public clos le 13 janvier 2006, la France a retenu le stockage en couche géologique profonde comme la solution de référence pour la gestion des déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL). Cette solution est également reconnue comme la solution de référence par l'Union européenne et l'AIEA. Elle est mise en œuvre, en France, par l'Andra, qui développe le projet Cigéo. Au niveau international, si tous les pays ne sont pas au même stade d'avancement de leurs projets de gestion des déchets les plus radioactifs, tous progressent et certains s'apprêtent à franchir des étapes importantes.

Avancement des projets de stockage géologiques profonds - Source Andra (carte interactive disponible sur le site interne de l'Andra)



Les déchets HA et MA-VL concentrent plus de 99 % de la radioactivité totale de l'inventaire des déchets radioactifs français, et représentent 3 % de leur volume. Ils sont actuellement entreposés dans l'attente du déploiement de leur filière de gestion (cf. Annexe IX). L'inventaire de référence de Cigéo couvre les déchets produits ou qui seront produits par les installations nucléaires existantes ou autorisées (EPR de Flamanville, ITER, réacteur expérimental Jules Horowitz). Il ne couvre pas les déchets qui seraient produits par de nouvelles installations en projet non encore autorisées – comme le projet de construction par EDF de six réacteurs de technologie EPR2 sur les sites nucléaires de Penly, Gravelines et Bugey. Les déchets de l'inventaire de référence représentent un volume de l'ordre de 10 000 m³ pour les déchets HA et 73 000 m³ pour les déchets MA-VL, soit environ 83 000 m³ au total. Actuellement, plus de la moitié de ces déchets est déjà produite.

INVENTAIRE DE RÉFÉRENCE ET INVENTAIRE DE RÉSERVE

Le développement du projet Cigéo et les demandes d'autorisations associées reposent sur un inventaire dit « de référence » qui a été établi au démarrage des études détaillées en 2016, en lien avec les producteurs de déchets concernés. Pour établir cet inventaire, le scénario industriel d'exploitation des installations nucléaires considéré correspond à la production des déchets issus des installations autorisées aujourd'hui dans un scénario de poursuite de la production électronucléaire avec une hypothèse de durée de fonctionnement des installations existantes à 50 ans, et de recyclage de la totalité des combustibles usés produits par ces installations dans le parc actuel et dans un parc futur. Les volumes de déchets qui ont été pris en compte pour les études de Cigéo sont ainsi estimés à environ 10 000 m3 pour les déchets HA (soit environ 60 000 colis) et environ 73 000 m3 pour les déchets MA-VL (soit environ 170 000 colis).

Le code de l'environnement a introduit la notion d'inventaire dit « de réserve » visant à prendre en compte d'éventuelles évolutions industrielles ou de politique énergétique, ainsi que les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets. L'Andra doit démontrer que Cigéo pourra s'adapter à ces évolutions et à la prise en charge des déchets qui seraient alors produits. L'inventaire de réserve prend notamment en compte différents scénarios de traitement et de recyclage des combustibles usés. L'avancement de certains projets de la filière nucléaire, notamment s'agissant de la construction de nouveaux réacteurs, conduit l'Andra à envisager de mettre à jour l'inventaire de réserve de Cigéo lors de la mise à jour du dossier de demande d'autorisation de création pour l'enquête publique qui se tiendra vers 2026. Si une décision était prise de stocker dans Cigéo des déchets issus de l'inventaire de réserve, une demande d'autorisation spécifique pour ces déchets serait déposée par l'Andra, selon le cadre réglementaire en vigueur.

Cigéo est conçu pour être réversible tout au long de fonctionnement, période pendant laquelle les colis arriveront sur le centre et seront stockés au fur et à mesure, pendant plus de 100 ans. Cela repose sur un concept industriel permettant de garantir la flexibilité et l'adaptabilité du stockage pour notamment intégrer les progrès scientifiques et technologiques, les évolutions de politique énergétique, ainsi que le retour d'expérience acquis au fur et à mesure de l'exploitation du stockage. Enfin, la réversibilité intègre la faculté de récupérer les colis de déchets radioactifs le cas échéant, avant la fermeture définitive du stockage. La réversibilité fait partie des exigences introduites par la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006. Ses modalités de mise en œuvre ont été précisées par la loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016.

Après plusieurs décennies de recherche et développement, l'Andra a déposé, en janvier 2023, une demande d'autorisation de création (DAC) pour l'installation Cigéo. Cette demande s'appuie notamment sur les données et expériences réalisées depuis 2000 au sein du laboratoire souterrain de l'Andra situé en Meuse/Haute-Marne. Cigéo, ainsi que sur les précédentes évaluations avec l'Autorité de sûreté nucléaire : en 2005 sur le rapport relatif à la faisabilité d'un stockage en couche géologique profonde, en 2009 sur le rapport d'étape relatif aux options de conception et en 2016 sur le dossier d'options de sûreté.

Le dossier de DAC déposé par l'Andra (disponible sur son site interne) est actuellement en cours d'instruction par l'ASNR. Sous réserve de l'avis de l'ASNR et des différentes instructions assurées par les services de l'Etat, Cigéo pourrait faire l'objet d'un décret d'autorisation de création à l'horizon 2028, qui marquerait le début de la phase de construction

initiale de l'installation et le démarrage de sa phase industrielle pilote (Phipil). Entre-temps, les collectivités locales seront amenées à se prononcer, au même titre que l'Autorité environnementale. Enfin, le démarrage des travaux sera soumis à une enquête publique, qui pourrait intervenir en 2026. L'Andra s'attache également, à travers différentes instances de dialogue, à associer le public en continu avant et pendant la phase de démarrage des travaux, conformément aux prescriptions du PNGMDR.

Le PNGMDR 2022-2026 ainsi que les travaux des PNGMDR antérieurs ont permis de préciser l'horizon temporel nécessaire à l'Andra pour acquérir un ensemble de données satisfaisant durant la Phipil* afin de rentrer pleinement dans une phase d'exploitation. Les enjeux de gouvernance de Cigéo ont également été précisés, même s'ils restent débattus et doivent être fixés par le ministère chargé de l'énergie. La Phipil* a pour objectif de consolider, de concerter et de partager les éléments de connaissances à apporter au Parlement pour qu'il prenne sa décision sur les conditions de poursuite du projet Cigéo, dans le courant de la décennie 2050. Les travaux en cours visent notamment à définir les principaux objectifs, critères de réussite et points d'attention de cette phase pilote. À l'issue de concertations menées en 2022 et 2024, l'Andra a proposé à cette fin une liste des enjeux de la Phipil* sur lesquels il convient d'acquérir un retour d'expérience en vue d'éclairer la future décision du Parlement, au travers de deux documents de propositions publiés début 2025 respectivement sur le volet gouvernance et le volet technique.

Le maître d'ouvrage souhaite approfondir avec le public ses attentes vis-à-vis des enjeux de la PhiPil*, en s'appuyant sur la définition technique de Cigéo objet du dossier d'autorisation de création. Ces discussions complèteront des débats en cours au sein de la Commission orientations du PNGMDR, qui instruit collectivement, avec l'ensemble de ses parties prenantes, les propositions de l'Andra relatives à la PhiPil*.



Le public est invité à se prononcer sur la question suivante :

Quels sont les principaux enjeux à considérer, à la fois techniques et de gouvernance, pour la phase industrielle pilote du projet « Cigéo » de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde ?



Il est attendu que le débat public permette :

- **de sensibiliser le public aux enjeux de la phase industrielle pilote du projet Cigéo ;**
- **d'approfondir avec le public les propositions d'objectifs et de critères de réussite formulées par l'Andra en vue de leur inscription dans la prochaine édition du Plan.**

4.7. Comment assurer la gestion des déchets radioactifs issus des traitements médicaux ?

Les médicaments radiopharmaceutiques sont utilisés en thérapie pour irradier de manière ciblée une tumeur. Ils sont aussi employés comme outil de diagnostic pour suivre le fonctionnement d'un organe. Les éléments radioactifs constituant ces médicaments ont une période radioactive généralement très courte (<100 jours). Ils sont ainsi, pour une très grande majorité, gérés par décroissance, c'est-à-dire par entreposage jusqu'à une réduction significative de leur radioactivité avant d'être éliminés dans les filières dédiées aux déchets conventionnels.

Depuis quelques années, de nombreux médicaments radio-pharmaceutiques (MRP) innovants font l'objet d'essais cliniques afin d'obtenir des autorisations de mise sur le marché. Ces nouveaux MRP, l'augmentation du nombre de patients susceptibles d'en bénéficier et un recours plus important à la médecine ambulatoire - c'est-à-dire sans que le patient ne passe aucune nuit à l'hôpital génèrent des difficultés de gestion des déchets produits dans l'établissement de santé ou hors de l'établissement de santé à la sortie des patients, notamment au domicile des patients.

Les centres de traitement des déchets conventionnels rapportent ainsi une croissance du nombre des déclenchements de portiques de détection de radioactivité, témoignant de la présence de déchets radioactifs. Toujours dans le domaine médical, le développement de l'alphathérapie*, qui ouvre de nouvelles perspectives pour le traitement du cancer, impose de définir des dispositions spécifiques de contrôle et de gestion des déchets contenant des émetteurs alpha.

Le PNGMDR 2022-2026 ne contient pas d'action spécifique sur ce sujet au regard de son développement récent.



Le maître d'ouvrage souhaite identifier les éventuelles adaptations praticables du cadre de gestion des déchets radioactifs médicaux pour tenir compte de ces évolutions, notamment par une adaptation des filières de gestion par décroissance, telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui au sein des services hospitaliers. Des évolutions de pratique de gestion pourraient également être discutées, notamment le recours à des infrastructures spécialisées pour la suite des soins concernés, ou la mise en place d'une logistique de collecte spécifique des déchets afférents. Ces discussions pourront alimenter les travaux en cours de l'ASNR portant sur les éventuelles difficultés d'application de la réglementation en vue de sa révision.

Le public est invité à se prononcer sur la question suivante :

Face au développement de traitements médicaux induisant une augmentation de la production de déchets radioactifs, ou la production de déchets dont la radioactivité est plus élevée ou plus durable, quelles adaptations du cadre de gestion des déchets radioactifs médicaux apparaissent praticables ?

Il est attendu que le débat public permette :

- de sensibiliser le public aux enjeux liés à la gestion des déchets radioactifs médicaux ;
- de recueillir les attentes et observations du public sur les adaptations nécessaires et praticables du cadre de gestion de ces déchets, étant donné le développement de nouveaux médicaments.

5. GLOSSAIRE

Actinides mineurs : Noyaux lourds formés en relativement faibles quantités dans un réacteur nucléaire par captures successives de neutrons à partir des noyaux du combustible. Ces isotopes à vie longue sont principalement le neptunium (237), l'américium (241, 243) et le curium (243, 244, 245).

Activation : Opération rendant radioactif un élément stable en l'exposant à des rayonnements ionisants.

Alphathérapie : L'alphathérapie ciblée contre le cancer est un mode de thérapie dans lequel un radioisotope alpha est utilisée.

Assemblage de combustible nucléaire : Le combustible nucléaire se présente sous la forme d'assemblages constitués d'un faisceau de crayons, liés par une structure rigide constituée de tubes et de grilles. Chaque crayon est constitué d'un tube de zirconium étanche dans lequel sont empilées les pastilles d'oxyde d'uranium, constituant le combustible. Les assemblages, chargés les uns à côté des autres dans la cuve du réacteur, constituent le cœur. En fonctionnement, ces assemblages sont traversés de bas en haut par l'eau primaire qui les refroidit et évacue leur énergie.

Atome : Unité de matière formée d'un noyau unique autour duquel gravitent plusieurs électrons dont le nombre est égal à celui des protons dans le noyau. Le noyau peut également comporter des neutrons.

Becquerel : unité dérivée du Système international (SI) permettant de mesurer la radioactivité d'un corps. Elle est notée Bq et correspond à la désintégration d'un noyau atomique par seconde. Le becquerel a été nommé ainsi en hommage au physicien français Henri Becquerel (1852-1908).

Colis de déchets : Ensemble constitué d'un conteneur et des déchets radioactifs qu'il contient.

Combustible nucléaire : Matière contenant des radionucléides dont la consommation par fission dans un réacteur nucléaire permet d'y entretenir une réaction en chaîne. On utilise aussi le terme »combustible nucléaire » pour désigner les éléments façonnés composant le cœur d'un réacteur.

Combustible usé : Un combustible nucléaire est regardé comme un combustible usé lorsque, après avoir été irradié dans le cœur d'un réacteur, il en est définitivement retiré.

Curiethérapie : La curiethérapie permet de traiter, de façon spécifique ou en complément d'une autre technique de traitement, des tumeurs cancéreuses, notamment de la sphère ORL, de la peau, du sein ou des organes génitaux.

Décroissance radioactive ou désactivation : Diminution d'activité nucléaire d'une substance radioactive par désintégrations spontanées.

Demi-période radioactive (ou abusivement demi-vie) : Temps nécessaire pour que l'activité d'une substance liée à un radionucléide donné soit réduite de moitié par suite du processus de désintégration radioactive, de sorte qu'après deux demi-périodes radioactives, l'activité de la substance concernée liée à ce radionucléide a été divisée par quatre.

Démonstration de sûreté nucléaire : Ensemble des éléments contenus ou utilisés dans le rapport préliminaire de sûreté et les rapports de sûreté mentionnés aux articles R. 593-16, R. 593-30 et R. 593-67 du code de l'environnement et participant à la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement, qui justifient que les risques d'accident, radiologiques ou non, et l'ampleur de leurs conséquences sont, compte tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation, aussi faibles que possible dans des conditions économiques acceptables.

Désintégration radioactive : Transformation d'un nucléide radioactif en un nucléide différent par émission spontanée de rayonnements tels que des rayonnements alpha, bêta ou gamma ou par capture des électrons. Il en résulte un noyau plus stable et moins chargé en énergie. Chaque processus de désintégration a une demi-période radioactive (demi-vie) définie.

Effluent : Tout fluide, liquide ou gazeux, issu d'une installation susceptible d'être rejeté dans le milieu récepteur directement ou indirectement.

Evaluation environnementale : Outil de planification utilisé pour déterminer les effets environnementaux possibles d'un projet et si ces effets peuvent être atténués.

Exploitant : Personne physique ou morale exploitant une installation nucléaire de base, que sa situation soit régulière ou non, ou ayant déposé une demande d'autorisation de création prévue par l'article L. 593-7 du code de l'environnement en vue d'exploiter une telle installation.

Fission nucléaire : Division d'un noyau lourd en deux parties (ou plus, quoique rarement) ayant des masses d'ampleur équivalente, accompagnée généralement de l'émission de neutrons et de rayonnements gamma.

Matières radioactives : substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement.

Médecine nucléaire : La médecine nucléaire regroupe toutes les utilisations de radionucléides en sources non scellées à des fins de diagnostic ou de thérapie. Les utilisations diagnostiques se décomposent en techniques in vivo, fondées sur l'administration de radionucléides au patient, et en applications exclusivement in vitro.

MOx : Combustible nucléaire qui mélange de l'oxyde d'uranium appauvri et de l'oxyde de plutonium issu du retraitement. Il peut être utilisé dans les réacteurs de la génération actuelle (à eau légère, bouillante ou pressurisée).

Multirecyclage en REP (MRREP) : le multirecyclage en réacteur à eau pressurisée est un cycle de transition consistant à opérer ***a minima*** un recyclage supplémentaire du combustible MOx, préparant la fermeture du cycle avec le déploiement des réacteurs à neutrons rapides (RNR).

Période radioactive (ou abusivement demi-vie) : Temps nécessaire pour que l'activité d'une substance liée à un radionucléide donné soit réduite de moitié par suite du processus de désintégration radioactive, de sorte qu'après deux demi-périodes radioactives, l'activité de la substance concernée liée à ce radionucléide a été divisée par quatre.

Produits de fission : Fragments de noyaux lourds produits par la fission nucléaire ou la désintégration radioactive ultérieure des éléments formés selon ce processus. Les produits de fission dans les réacteurs actuels sont issus de la fission des atomes d'uranium et de plutonium (césium, strontium, iode, xénon...). Radioactifs pour la plupart, ils se transforment d'eux-mêmes en d'autres éléments. Ceux qui ne se désintègrent pas rapidement constituent une part des déchets radioactifs.

Radioactif, radioactive : Doué(e) de radioactivité ; émettant un rayonnement ionisant ou relatif à l'émission d'un tel rayonnement ou de particules telles que les particules alpha et bêta, les neutrons ou les photons gamma.

Radionucléide : Espèce atomique radioactive, définie par son nombre de masse, son numéro atomique et son état énergétique nucléaire.

Radioprotection : ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants.

Rayonnement : Processus d'émission ou de transmission d'énergie sous forme de particules ou d'ondes. Le rayonnement ionisant (par exemple., particules alpha, particules bêta, photons gamma ou X et neutrons) a la faculté d'arracher les électrons de la matière qu'il traverse.

Réversibilité : Notion inscrite dans la loi, la réversibilité est la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage.

Traitement des combustibles usés : Après un séjour de trois à quatre années en réacteur, le combustible nucléaire usé doit être déchargé vers des piscines d'entreposage sur le site de la centrale pour refroidissement durant quelques années. Il est ensuite transporté jusqu'à l'usine exploitée par Orano à La Hague pour être à nouveau entreposé dans des piscines durant quelques années. Une fois suffisamment refroidi, il est traité dans les ateliers de l'usine de La Hague afin d'extraire les matières nucléaires qu'il contient : 95 % d'uranium récupérable, 1 % de plutonium et 4 % de produits de fission. L'uranium et le plutonium récupérés lors des opérations de traitement sont recyclés et entrent dans la fabrication de nouveaux combustibles, respectivement le combustible URE et le combustible MOx.

Sécurité nucléaire : La sécurité nucléaire recouvre la sécurité civile en cas d'accident, la protection des installations contre les actes de malveillance, la sûreté nucléaire, c'est-à-dire le fonctionnement sécurisé de l'installation et la radioprotection qui vise à protéger les personnes et l'environnement contre les effets de rayonnements ionisants.

Sievert : Unité de mesure (Sv) des effets de la radioactivité sur les organismes vivants exposés. On l'obtient en multipliant la dose de radioactivité absorbée par unité de masse par un facteur de correction sans unité qui prend en compte la dangerosité du rayonnement. A partir d'une exposition de 100 millisieverts (mSv), le risque de développement de cancers radio-induits est mesurable.

Source scellée : Une source radioactive scellée est une source dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de matières radioactives dans le milieu ambiant. Les sources radioactives scellées sont utilisées dans l'industrie, la médecine et la recherche dans une grande variété d'applications et de lieux d'utilisation (irradiations industrielles, contrôles non destructifs, radiothérapie…).

Contrôlées par l'État, leur détention et leur utilisation nécessitent une autorisation préalable officielle, selon les dispositions du code de la santé publique. Dès lors, elles sont suivies et inscrites dans une base de données nationale.

Sûreté nucléaire : La sûreté nucléaire est l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base, ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets.

Terres rares : Métaux naturellement présents dans l'écorce terrestre, utilisés pour de nombreuses applications (matériels électroniques, catalyseurs automobiles, etc.).

Tonne de métal lourd (tML) : Unité utilisée pour présenter les quantités de matières radioactives, représentative de la quantité d'uranium, de plutonium ou de thorium contenue dans les matières (l'encadré du paragraphe intitulé »Mesurer les quantités de matières radioactives : la tonne de métal lourd (tML) » donne des précisions sur cette unité).

Traitement des déchets : Certains déchets radioactifs doivent être traités en vue de leur stockage définitif. Ces traitements peuvent être des réductions de volume, des séparations par nature physico-chimique, et des modifications de leurs caractéristiques physiques avec, par exemple la concentration des déchets liquides, et enfin leur conditionnement pour immobilisation en emballage avant l'entreposage et le stockage définitif.

Tritium : Le tritium est un isotope présent naturellement dans l'environnement et également sous forme de sous-produit des réacteurs nucléaires. Il s'agit d'un isotope radioactif de l'hydrogène, possédant deux neutrons et un proton dans son noyau ; l'hydrogène, à titre de comparaison, ne possède qu'un seul proton. Le tritium se désintègre en émettant un électron (rayonnement bêta), et sa période radioactive (demi-vie) est de 12,33 ans.

UNGG (Uranium Naturel Graphite Gaz) : Ancienne filière de réacteurs nucléaires française fonctionnant à l'uranium naturel.

Vitrification des déchets radioactifs : Fixation de déchets radioactifs dans la structure d'un verre lors de l'élaboration de celui-ci.

6. LISTE DES ABRÉVIATIONS

AE	Autorité environnementale
AEN	Agence pour l'énergie nucléaire
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ANCCLI	Association nationale des comités et commissions locales d'information
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
ASNR	Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection
ASND	Autorité de Sûreté Nucléaire Défense
ASTRID	Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration
Bq	Becquerel
Bq/g	Becquerel par gramme
CEA	Commissariat à l'Énergie atomique et aux Énergies alternatives
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
Cigéo	Centre industriel de stockage géologique
Cires	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage
CLI	Commission locale d'information
CLIS	Comité local d'information et de suivi
CMHM	Centre de Meuse/Haute-Marne
CNDP	Commission nationale du débat public
CNE2	Commission nationale d'Evaluation des recherches et Etudes relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs
CPDP	Commission particulière du débat public
CSA	Centre de stockage de l'Aube
CSD-C	Colis standard de déchets compactés
CSD-V	Colis standard de déchets vitrifiés
CSM	Centre de stockage de la Manche
DAC	Demande d'autorisation de création
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat
DGPR	Direction Générale de la Prévention des Risques
DOS	Dossier d'options de sûreté
DUP	Déclaration d'utilité publique
EDF	Électricité de France
EPR	European Pressurized Reactor ; Réacteur à eau pressurisée européen
FA-VL	Déchets de Faible Activité – Vie Longue
FMA-VC	Déchets de Faible et moyenne activité – vie courte
GT	Groupe de travail

GWh	Giga Watt-heure
HA	Déchets de Haute Activité
HCTISN	Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IN	Inventaire national
INB	Installation nucléaire de base
INBS	Installation nucléaire de base secrète
MA-VL	Déchets de Moyenne Activité – Vie Longue
MOx	Combustible mixte REP à l'uranium et au plutonium
mSv	Milli sievert
OPECST	Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques
PDE	Plan directeur d'exploitation
PNGMDR	Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
PPE	Programmation pluriannuelle de l'énergie
Pu	Plutonium
REP	Réacteur à eau pressurisée
RNR	Réacteurs à neutrons rapides
SNBC	Stratégie nationale bas carbone
TFA	Très faible activité
tML	Tonne de métal lourd
Uapp	Uranium appauvri
UNE	Uranium naturel enrichi
UNGG	Uranium naturel graphite gaz
Uox	Oxyde d'uranium
URE	Uranium de retraitement réenrichi
URT	Uranium de retraitement
VTC	Déchets à Vie Très Courte

Annexe I. Les types et classifications usuelles des matières et déchets radioactifs

a. Types de matières et déchets radioactifs

Les notions de substances, de matières et de déchets radioactifs sont définies dans le droit français, à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement :

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

➢ *« 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 ».*

➢ Comme le souligne leur définition réglementaire, les substances radioactives peuvent contenir :

➢ des radionucléides d'origine naturelle, par exemple ceux présents dans certains minerais ;

➢ des radionucléides ayant été produits par des activités humaines, par exemple ceux présents dans les combustibles nucléaires après leur irradiation dans un réacteur.

Cinq secteurs économiques utilisent des matières radioactives et produisent des déchets radioactifs.

– Le secteur électronucléaire concentre l'essentiel des activités qui transforment et utilisent des matières radioactives. Il comprend principalement :

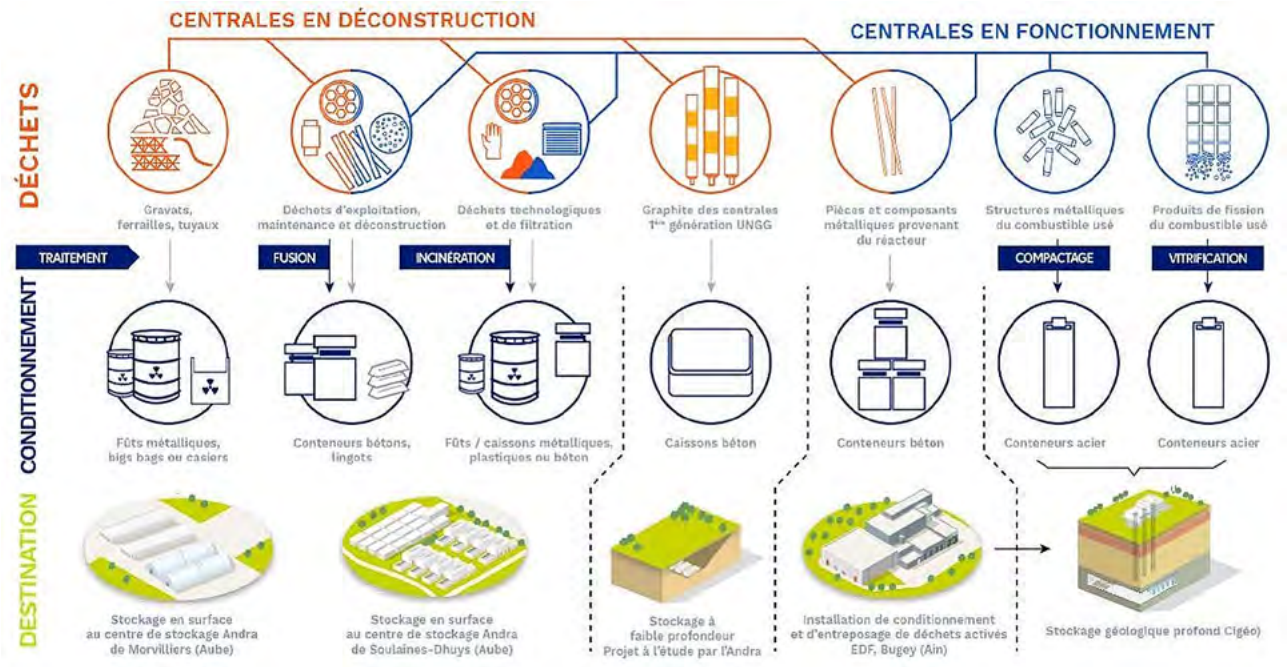
✦ les 57 réacteurs nucléaires, répartis sur 18 centrales de production d'électricité d'EDF ;

✦ les usines dédiées à la fabrication et au retraitement du combustible nucléaire d'Orano et de Framatome.

Depuis leur mise en service, certaines des installations du secteur électronucléaire ont été arrêtées (réacteurs de première génération d'EDF, premières installations de retraitement du combustible) et sont en cours de démantèlement[5]. Ces opérations de démantèlement sont également à l'origine de la production de déchets.

Historiquement, le secteur électronucléaire comprenait également l'exploitation sur le sol français de mines d'uranium, actives entre 1948 et 2001. En France, les activités d'exploration, de production, de traitement et de stockage du minerai d'uranium ont concerné plus de 200 sites, répartis sur 27 départements. Ces activités ont parfois été à l'origine d'une modification de l'état radiologique de l'environnement naturel.

5 Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2024 contenant le chapitre 14 sur le démantèlement des installations nucléaires : https://www.asnr.fr/actualites/rapport-sur-letat-de-la-surete-nucleaire-et-de-la-radioprotection-en-france-en-2024



Déchets issus des centrales nucléaires de production d'électricité - Source EDF

– Le secteur de la recherche comprend la recherche dans le domaine du nucléaire civil, et notamment les activités de recherche du CEA, laboratoires et réacteurs, ainsi que les laboratoires de recherche médicale, de physique des particules, d'agronomie et de chimie.

– Le secteur de l'industrie non-électronucléaire comprend notamment l'extraction de terres rares, la fabrication et l'utilisation de sources scellées*, l'industrie radiopharmaceutique, mais aussi diverses activités comme les contrôles par radiographie ou les opérations de stérilisation.

– Le secteur médical comprend des activités de diagnostic (utilisation des rayonnements* produits par des radionucléides pour l'imagerie en médecine nucléaire*) et thérapeutiques (par exemple, utilisation des rayonnements produits par des radionucléides pour détruire une tumeur en curiethérapie*).

– Le secteur de la défense comprend principalement des activités liées à la force de dissuasion, et à la propulsion nucléaire du porte-avions Charles de Gaulle et des sous-marins nucléaires français.

Toutes les activités qui précèdent génèrent, dans les installations où elles se pratiquent,



Figure : Part de chaque secteur économique dans les volumes de déchets produits à fin 2022
Source : *Les Essentiels* **2024 de l'Andra**

des déchets radioactifs sur toute la durée de leur exploitation, qui comprend leur fonctionnement et leur démantèlement.

Le secteur électronucléaire et celui de la recherche sont ceux qui produisent les plus gros volumes de déchets radioactifs (± 78%), comme en témoigne le schéma récapitulatif ci-dessous.

b. Classification usuelle des déchets radioactifs

La classification française usuelle des déchets radioactifs repose sur deux paramètres importants, traduisant la nocivité liée au déchet, pour définir le mode de gestion approprié :
– L'activité radiologique, qui correspond au nombre de désintégrations radioactives qui se produisent dans un échantillon pendant 1 seconde. En fonction de la quantité et de la nature des substances radioactives que les déchets contiennent, ceux-ci peuvent être classés comme de très faible », « faible », « moyenne » ou haute » activité.

– La période radioactive des radioéléments contenus dans le déchet, qui correspond au temps nécessaire pour que la moitié des atomes d'un élément radioactif se soient désintégrés. On distingue, en particulier :

✦ Les déchets contenant des radioéléments de période inférieure à 100 jours sont dits à **vie très courte – VTC**.

✦ Les déchets dont la radioactivité provient principalement des radioéléments dont la période est inférieure à 31 ans : **déchets à vie courte – VC**.

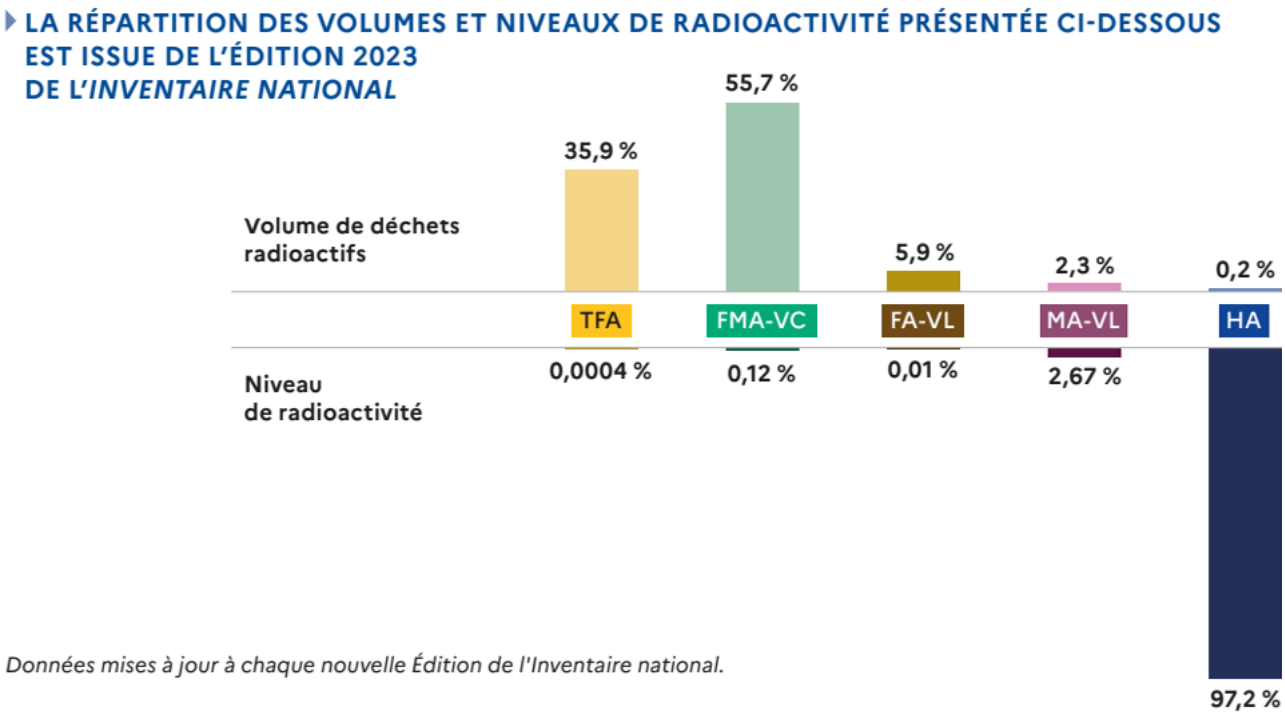


Figure : Répartition du volume et des niveaux de radioactivité des stocks de déchets
Source *Les Essentiels* **2024 de l'Andra**

✦ Les déchets dont la radioactivité provient principalement de radioéléments dont la période est supérieure à 31 ans : **déchets à vie longue – VL**.

Cette classification offre une lecture simple pour l'orientation des déchets radioactifs et l'identification de filières de gestion.

Elle n'intègre toutefois pas tous les critères qui doivent être pris en compte dans la définition des modalités de gestion des déchets radioactifs : les autres caractéristiques physico-chimiques (telles que la stabilité, la réactivité en présence d'autres substances, etc.) peuvent également jouer un rôle important au regard des critères d'acceptation définis pour chacun des centres de stockage.

<table>
<tr><th>Période radioactive*
Activité**</th><th>Vie très courte (VTC)
(période < 100 jours)</th><th>Principalement vie courte (VC)
(période ≤ 31 ans)</th><th>Principalement vie longue (VL)
(période > 31 ans)</th></tr>
<tr><td>Très faible activité (TFA)
< 100 Bq/g</td><td rowspan="3">VTC
Gestion par décroissance radioactive</td><td colspan="2">TFA
Stockage de surface
(Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)</td></tr>
<tr><td>Faible activité (FA)
entre quelques centaines de Bq/g et un million de Bq/g</td><td rowspan="2">FMA-VC
Stockage de surface
(centres de stockage de l'Aube et de la Manche)</td><td>FA-VL
Stockage à faible profondeur à l'étude</td></tr>
<tr><td>Moyenne activité (MA)
de l'ordre d'un million à un milliard de Bq/g</td><td>MA-VL
Stockage géologique profond en projet
(projet Cigéo)</td></tr>
<tr><td>Haute activité (HA)
de l'ordre de plusieurs milliards de Bq/g</td><td>Non applicable</td><td colspan="2">HA
Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)</td></tr>
</table>

* Période radioactive des éléments radioactifs (radionucléides) contenus dans les déchets.
** Niveau d'activité des déchets radioactifs.

Figure : Classification des déchets radioactifs et filières de gestion associées

Annexe II. Les filières de gestion des déchets radioactifs

a. L'entreposage et le stockage

Les principes généraux de la gestion des matières et des déchets radioactifs présentés en Annexe VIII font référence à deux opérations distinctes, mises en œuvre dans une filière de gestion, accompagnées, le cas échéant, d'opérations de traitement et de conditionnement : l'entreposage et le stockage.

➢ L'**entreposage** consiste à placer des matières ou des déchets radioactifs, à titre temporaire, dans une installation spécialement aménagée à cet effet en surface ou en faible profondeur, avec l'intention de les en retirer ultérieurement.

➢ Le **stockage** quant à lui consiste à placer les déchets radioactifs dans une installation spécialement aménagée pour les y conserver de façon définitive, sans intention de les en retirer ultérieurement. Pour ce qui concerne le projet de stockage en couche géologique profonde (Cigéo), la conception du stockage est conduite dans le respect du principe de réversibilité* établi dans la loi.

L'entreposage concerne indistinctement les matières et les déchets radioactifs. La conception et les modalités d'exploitation d'un entreposage ne dépendent pas directement du statut de matière ou de déchet radioactif des substances entreposées : elles sont adaptées aux propriétés physico-chimiques des substances radioactives ou de leur matrice, en fonction des risques sanitaires et environnementaux que ces dernières présentent.

L'entreposage de matières ou de déchets radioactifs et le stockage de déchets radioactifs sont soumis aux dispositions réglementaires, en particulier relatives à la sûreté nucléaire et à la radioprotection, contenues dans les décrets et les arrêtés mentionnés en Annexe VIII.

b. Les déchets à vie très courte

Les déchets à vie très courte sont les déchets contenant des radioéléments dont la période radioactive est inférieure à 100 jours. 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 radioactifs produits par l'utilisation de radionucléides dans ce domaine.

Les déchets à vie très courte ont une activité très faible et le temps nécessaire à l'atteinte d'un seuil ne présentant pas de risques pour la santé humaine et l'environnement est relativement court, jusqu'à environ trois ans.

Les déchets à vie très courte peuvent être gérés par décroissance radioactive, avec la mise en place d'installations d'entreposage adaptées et sont ensuite orientés vers des filières de gestion conventionnelles.

c. Les déchets de très faible activité (TFA)

Les déchets dits de très faible activité (TFA) présentent un niveau de radioactivité généralement inférieur à 100 Bq/g, cette activité pouvant même être inférieure au seuil de détection de certains appareils de mesures. Ils sont majoritairement issus du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible, ou des centres de recherche. Les déchets TFA se présentent généralement sous la forme de gravats (de béton, de terres, etc.), de déchets métalliques ou de plastiques.

Une installation de stockage, implantée sur le centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (le Cires) exploitée par l'Andra, permet d'accueillir les déchets TFA depuis 2003. Le Cires a fait l'objet d'une demande d'autorisation d'augmentation de capacité, sans faire évoluer la surface de la zone de stockage existante du site. Cette augmentation de capacité a été autorisée après enquête publique en 2024 et permet d'envisager la prolongation de l'exploitation du stockage d'une quinzaine d'années.

La dernière édition du PNGMDR a ouvert la voie de la valorisation des métaux TFA, ce qui a donné lieu à des évolutions de la réglementation qui aujourd'hui permettent

et encadrent la réutilisation d'une part significative des métaux TFA dans une logique d'économie circulaire, d'économie de ressources naturelles, et de réduction des besoins en capacité de stockage.

Plus globalement, les travaux sont poursuivis sur la mise en œuvre de nouvelles capacités de stockage, sur les scénarios de gestion de ces déchets et leur possible valorisation, ainsi que sur les perspectives de production de déchets TFA à moyen-terme.

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

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) ont un niveau de radioactivité de quelques centaines à un million de Bq/g et le temps nécessaire à l'atteinte d'un seuil ne présentant pas de risques pour la santé humaine et l'environnement est d'environ trois cents ans. 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, ou des centres de recherche. Ils proviennent aussi, pour une faible part, de la recherche médicale.

Ils se présentent sous forme solide (outils, vêtements, pièces industrielles…) ou liquide (effluents, solvants…) et sont stockés, depuis 1969, dans des centres de surface dédiés, d'abord au centre de stockage de la Manche jusqu'en 1994 (le CSM n'est plus en exploitation) puis au centre de stockage de l'Aube (CSA). Des déchets solides incinérables relevant de la catégorie FMA-VC peuvent également être traités à Centraco (usine centre de traitement et de conditionnement située à Marcoule dans le Gard). Les cendres et les mâchefers issus de l'incinération sont ensuite conditionnés puis expédiés en tant que déchets ultimes vers le CSA. Enfin, certains déchets métalliques peuvent être traités par fusion, ce qui permet de diviser le volume des déchets concernés par un facteur 6 à 10. Ces différentes filières de gestion sont présentées dans l'Annexe III.

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

Les déchets de faible activité à vie longue ont un niveau de radioactivité de quelques dizaines à plusieurs centaines de milliers de Bq/g et le temps nécessaire à l'atteinte d'un seuil ne présentant pas de risques pour la santé humaine et l'environnement peut atteindre plusieurs centaines de milliers d'années. Ils regroupent des déchets de graphite provenant des anciens réacteurs de la filière Uranium naturel graphite gaz (UNGG)*, des déchets radifères issus d'activités industrielles non-électronucléaires et d'autres types de déchets tels que certains colis de déchets anciens conditionnés dans du bitume ou des résidus de traitement de conversion de l'uranium issus de l'usine d'Orano à Malvési. Les déchets FA-VL doivent faire l'objet d'une gestion spécifique, adaptée en fonction de leurs caractéristiques. Dans l'attente de leur stockage, après traitement éventuel, les colis de déchets FA-VL sont actuellement entreposés dans des installations sur les sites de production.

La 5e édition du PNGMDR a poursuivi les travaux d'investigations pour étudier l'implantation d'un centre de stockage pour les déchets FA-VL sur la commune de Soulaines.

f. Les déchets de haute et moyenne activité à vie longue (HA/MA-VL)

Les déchets de moyenne activité à vie longue ont un niveau de radioactivité d'un million à un milliard de Bq/g et le temps nécessaire à l'atteinte d'un seuil ne présentant pas de risques pour la santé humaine et l'environnement peut atteindre plusieurs centaines de milliers d'années. Il s'agit majoritairement de déchets de structures métalliques entourant les combustibles (coques et embouts) issus du retraitement du combustible usé 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 issus de l'exploitation des réacteurs nucléaires.

Les déchets de haute activité ont un niveau de radioactivité de plusieurs milliards de Bq/g et le temps nécessaire à l'atteinte d'un seuil ne présentant pas de risque pour la santé humaine et l'environnement peut atteindre plusieurs centaines de milliers d'années. Ils

sont principalement issus du retraitement du combustible usé. 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.

Pour les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HAMA-VL), le code de l'environnement retient le stockage géologique profond réversible comme solution pour la gestion à long terme des déchets radioactifs ultimes qui ne peuvent être stockés en surface ou à faible profondeur pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection. Cette disposition du code de l'environnement, issue de la loi du 28 juin 2006, constitue l'aboutissement de 15 années de recherches encadrées par la loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, dite loi Bataille » (les lois de 2006 et de 1991 ont déjà été abordées en Annexe IX).

Le projet Cigéo de stockage en couche géologique profonde de ces déchets fait l'objet d'un développement spécifique dans la suite du document.

LE STOCKAGE GÉOLOGIQUE PROFOND DANS D'AUTRES PAYS

À ce jour, il n'existe pas de stockage en couche géologique profonde opérationnel pour les déchets HAMA-VL. Il s'agit de la solution **de référence à l'international, reconnue par la communauté scientifique et certaines institutions mondiales de référence (Commission européenne, Agence internationale de l'énergie atomique, Agence pour l'énergie atomique).**

À travers le monde, de nombreux pays sont engagés dans un projet de stockage géologique. Certains disposent, d'ailleurs, d'un laboratoire souterrain de recherche. Tous n'ont pas atteint le même stade d'avancement. Aujourd'hui, la Finlande est l'un des pays les plus avancés. L'autorisation de construction d'un stockage en couche géologique profonde y a été obtenue et à partir de 2016, les travaux de construction de l'installation ont pu débuter. Si son exploitation est autorisée par les autorités finlandaises, l'installation sera mise en service prochainement. La France et la Suède ont, quant à elles, engagé des procédures d'autorisation ou de construction. D'autres Etats sont en phase de recherche d'un site, comme le Royaume-Uni **et l'Allemagne**

g. Les déchets faisant l'objet de stockages historiques

➢ Certains déchets ont pu faire l'objet par le passé de gestion dont les modalités ne correspondent plus aux règles actuelles de gestion des déchets (actions DECPAR du PNGMDR 2022-2026 https://dechets-radioactifs.ecologie.gouv.fr/etudes-et-travaux-realises-au-titre-du-pngmdr-2022-2026-82) :

➢ Certains déchets provenant d'installations nucléaires de base (INB) ou d'installations nucléaires de base secrètes (INBS) ont été historiquement stockés au sein ou à proximité des sites de production ou dans des installations de stockage de déchets conventionnels, lorsque le niveau d'activité des déchets était jugé suffisamment faible.

➢ Des déchets de très faible activité provenant de certaines activités historiques de l'industrie conventionnelle ou de l'industrie nucléaire civile ou militaire ont pu être stockés dans des installations de stockage de déchets conventionnels.

➢ Des déchets à radioactivité naturelle élevée provenant de l'industrie conventionnelle ont été déposés (stockage ou transit) à proximité des sites de production ou dans les installations de stockage de déchets conventionnels relevant de la réglementation des installations classées pour l'environnement, ou pour certains, valorisés (réalisation de bâtiments ou de travaux routiers).

Afin d'assurer au mieux la gestion responsable et sûre des situations historiques précédemment

décrites, des dispositions ont été prises pour identifier et surveiller les stockages historiques et pour définir des stratégies de gestion futures.

L'immersion des déchets radioactifs a été historiquement considérée comme une solution de gestion, au regard de la dilution et de la durée d'isolement apportée par le milieu marin. La France a pris part à deux opérations d'immersion en 1967 et en 1969 lors desquelles elle a immergé 14 200 tonnes de déchets provenant du site nucléaire de Marcoule appartenant au CEA. Elle n'a pas participé aux campagnes d'immersion suivantes.

Depuis 1993, toute immersion de déchets radioactifs est interdite. Le programme de surveillance des sites d'immersion de déchets, mené par l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), a conclu qu'il n'était pas nécessaire de maintenir une surveillance continue des sites d'immersion de déchets nucléaires. Les déchets radioactifs immergés font l'objet de travaux d'identification, d'évaluation et de prévention dans le cadre de la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est dite « Convention OSPAR », signée en 1992. En 2025, une mission interdisciplinaire (NODS-SUM), portée par le CNRS, en collaboration avec une équipe de l'Ifremer, de l'ASNR et de plusieurs partenaires nationaux et internationaux, est organisée pour cartographier la zone d'immersion principale des déchets radioactifs immergés dans l'océan Atlantique Nord-Est et étudier leurs interactions avec la biodiversité marine.



Annexe III. Les installations existantes de traitement des déchets

Plusieurs installations nucléaires sont spécifiquement dédiées à l'entreposage ou au traitement des déchets radioactifs. Elles permettent la mise en œuvre des différentes stratégies de gestion des différents producteurs de déchets radioactifs. Ces stratégies de gestion sont périodiquement évaluées par l'ASNR et l'ASND.

a. Les installations du CEA

Le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement de ses anciennes installations nucléaires. Outre les déchets courants que produit l'exploitation de ses installations de recherche, le CEA doit assurer la gestion de déchets issus des opérations de reprise et de conditionnement de déchets anciens, en particulier sur le site de Marcoule, ainsi que les déchets consécutifs à l'arrêt définitif et au démantèlement de certaines de ses installations. Pour gérer ces déchets ainsi que ses combustibles usés issus des réacteurs de recherche et de la propulsion navale, le CEA dispose d'installations spécifiques pour le traitement, le conditionnement et l'entreposage, implantées sur les centres de Cadarache, de Marcoule et de Saclay. La plupart de ces installations sont mutualisées pour l'ensemble des centres du CEA, comme la station de traitement des effluents liquides de Marcoule ou la station de traitement des déchets solides de Cadarache.

b. Les installations d'Orano

L'usine de traitement des combustibles usés de l'établissement de La Hague produit une grande partie des déchets radioactifs Orano. Les déchets présents sur le site de La Hague comprennent, d'une part, les déchets issus du traitement du combustible usé, provenant généralement de centrales nucléaires de production d'électricité mais également de réacteurs de recherche et, d'autre part, les déchets liés au fonctionnement des différentes installations du site. Orano doit également mettre en œuvre plusieurs grands projets sur le site de La Hague pour reprendre et conditionner des déchets anciens avant leur gestion ultérieure (stockage au CSA ou entreposage en attente de mise en œuvre du projet Cigéo).

Orano exploite par ailleurs l'installation nucléaire de base dite Ecrin » (Entreposage confiné de résidus issus de la conversion) à Malvési, composée de deux bassins d'entreposage des boues nitratées et chargées en uranium naturel, issues de son usine de conversion de l'uranium de Malvési.



Figure : Vue de l'installation de La Hague (© Laurent Mignaux - Terra)

c. Les installations d'EDF

Deux installations de gestion de déchets sont spécifiquement associées à la stratégie de gestion des déchets mise en place par EDF :

- L'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (ICEDA), située sur le site de la centrale nucléaire de Bugey dans l'Ain, mise en service en 2020. Cette installation permet un entreposage temporaire des déchets radioactifs avant leur prise en charge par l'Andra en vue d'un stockage définitif. ICEDA a été conçue et construite par EDF pour réceptionner, conditionner et entreposer des déchets issus de ses centrales en exploitation (les crayons absorbants des barres de contrôle, par exemple) et de ses neuf réacteurs en cours de déconstruction (les pièces métalliques issues de l'intérieur de la cuve, par exemple). Les déchets entreposés sont des déchets relevant des filières MA-VL et FMA-VC.

Les silos de Saint Laurent des Eaux, constitués de deux casemates en béton enterrées, situés dans l'emprise du centre de production nucléaire du même nom, contiennent des chemises de graphite irradiées, issues de l'exploitation des réacteurs UNGG de Saint Laurent A. EDF prévoit de reprendre et de conditionner les déchets relevant de la filière FA-VL, pour les entreposer avant leur futur stockage.

d. L'installation de fusion/incinération de Cyclife (filiale EDF)

Le Centre nucléaire de traitement et de conditionnement (Centraco) de déchets de faible activité, situé sur la commune de Codolet, dans le Gard – à proximité du site de Marcoule, est exploité par la société Cyclife, une filiale d'EDF.

L'usine de Centraco est une installation industrielle unique en France dédiée au traitement des déchets très faiblement à moyennement radioactifs à vie courte. Ce site industriel traite des matières et déchets faiblement et très faiblement radioactifs afin d'en réduire les volumes, de rendre compatibles aux stockages les liquides par leur incinération et de caractériser et conditionner les résidus sous forme de colis ultimes confiés à l'ANDRA pour stockage. Pour mener à bien cette mission le site est doté d'une unité d'incinération et d'une unité de fusion.

L'installation est constituée d'une unité de fusion, où sont fondus les déchets métalliques, pour un tonnage annuel maximal de 3 500 tonnes ; d'une unité d'incinération où sont incinérés les déchets, pour un tonnage annuel maximal de 3 000 tonnes de déchets solides et 3 000 tonnes de déchets liquides ; et de capacités d'entreposages.

Annexe IV. Les centres de stockage

a. Les centres de stockage existants

Deux installations de stockage sont exploitées par l'Andra dans l'Aube : le Cires pour les déchets de très faible activité (TFA) et le Centre de Stockage de l'Aube (CSA) pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC). Le CSA a pris la succession du centre de stockage de la Manche (CSM), qui a reçu des colis jusqu'à saturation en 1994.

Le Cires, le CSA et le CSM sont des installations de stockage en surface. Leurs principes de conception s'apparentent à ceux des installations utilisées pour le stockage des déchets dangereux non radioactifs et constituent une solution de gestion définitive pour 90 % du volume de déchets radioactifs produits en France.

– Le Centre de stockage de la Manche (CSM) est un centre ayant reçu, entre 1969 à 1994, 527 225 m3 de déchets radioactifs de faible et moyenne activité. Aujourd'hui, le centre ne reçoit plus de colis de déchets mais continue de faire l'objet d'aménagements et d'adaptations en vue d'une fermeture définitive[2] d'ici une cinquantaine d'années.

– Le Centre de stockage de l'Aube (CSA) a été mis en service en 1992 et accueille les déchets FMA- VC. A fin 2023, 378 500 m3 de déchets étaient stockés, ce qui représente environ 38 % de sa capacité totale de stockage autorisée.

✦ ***Pour les déchets de faible et de moyenne activité à vie courte (FMA-VC) pris en charge par l'Andra sur le site du CSA, les coûts de stockage sont d'environ 4 600 €/m3 de déchets. Ces coûts intègrent la prise en charge des déchets jusqu'à la fermeture du site.***

Le CSM et le CSA sont des installations nucléaires de base*.

– Le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) a été mis en service en 2003 et accueille les déchets TFA. Il est aujourd'hui exploité à plus de 50% de sa capacité totale de stockage autorisée. Les perspectives de saturation des capacités de stockage ont été affinées dans l'édition actuelle du PNGMDR et prévoient un horizon de saturation à 2040-2045 en l'état actuel du site, en tenant compte d'une extension des capacités de stockage à 950 000 m3 (projet Acaci, qui a été autorisé en 2024).

✦ Pour les déchets de très faible activité (TFA) pris en charge par l'Andra sur le site du Cires le coût total moyen, incorporant le transport et le stockage s'élève à 800 €/m3.

Le Cires est une ICPE*.

Les centres de stockage de déchets radioactifs font l'objet d'une surveillance environnementale, au même titre que les autres installations nucléaires. Cette surveillance porte notamment sur les rejets liquides et gazeux, elle concerne aussi bien le contrôle de l'activité rejetée que celui des quantités de substances chimiques émises dans l'environnement.

b. Le projet de centre de stockage des déchets FA-VL

En juin 2008, le Gouvernement avait confié au Président de l'Andra la mission de lancer l'appel à candidatures auprès des collectivités locales pour accueillir une installation de stockage des déchets de type FA-VL. L'Andra avait contacté 3 115 communes, dont les territoires étaient géologiquement favorables à l'implantation du centre de stockage, afin de leur présenter le projet. Ces communes avaient jusqu'à fin octobre 2008 pour manifester leur intérêt. Suite à cet appel à candidatures, l'Andra avait reçu une quarantaine de délibérations favorables de conseils municipaux.

Fin 2008, l'Andra remettait au Gouvernement un rapport d'analyse (géologique, environnementale et socioéconomique) de ces candidatures.

2 Le CSM est réglementairement en phase de démantèlement (opérations préalables à sa fermeture) jusqu'à la fin de la mise en place de la couverture pérenne, permettant la fermeture définitive du site.

En juin 2009, l'Andra annonçait la décision du Gouvernement de mener des investigations approfondies sur deux communes et de vérifier ainsi la faisabilité d'implantation de l'installation de stockage sur ces territoires. Toutefois, les deux communes retenues ont retiré leur candidature.

Un nouveau processus a été relancé en 2012 sur la base des recommandations d'un rapport du HCTISN, établi sur la base des enseignements tirés des premières recherches. Le rapport a notamment recommandé de se donner du temps pour mener à bien le processus en établissant un calendrier réaliste, tout en prévoyant un certain nombre d'étapes et de points de rendez-vous permettant l'évaluation du projet et une révision éventuelle du calendrier.

L'Andra a remis fin 2012 un rapport d'étape sur les scénarios de gestion à long terme des déchets FA-VL, qui concluait à la nécessité de lancer des investigations géologiques pour se prononcer sur la faisabilité d'un stockage à faible profondeur de ces déchets.

Des investigations géologiques ont été réalisées entre 2013 et 2015 sur une zone d'environ 50 km2 dans le territoire de la communauté de communes de Vendeuvre -Soulaines dans l'Aube, à proximité des centres de stockage existants. Elles ont montré la possibilité technique de poursuivre l'étude d'un stockage de faible profondeur sur une zone restreinte de 10 km2.

Pendant la même période, les producteurs ont établi une liste de déchets à étudier pour un stockage à faible profondeur sur le site investigué. Les études des producteurs visant à améliorer la connaissance de ces déchets, en particulier leur contenu radiologique, ont été poursuivies. Des études de recherche et développement ont été initiées, en lien avec l'Andra, pour évaluer le comportement des déchets en situation de stockage.

En 2015, l'Andra a remis un rapport d'étape explicitant les avancées en termes de recherche de site, d'investigations radiologiques menées dans l'Aube, de caractérisation des déchets et de conception de nouvelles installations de stockage.

Les évaluations phénoménologiques et de sûreté préliminaires réalisées par l'Andra montrent que le site de la Communauté de communes de Vendeuvre-Soulaines présente des caractéristiques favorables, notamment hydrogéologiques, à l'accueil de déchets FA-VL examinés dans le rapport d'étape. L'édition 2022-2026 du PNGMDR a poursuivi les études sur la gestion des déchets FA-VL : les inventaires ont été précisés, ainsi que les chroniques de production des déchets futurs et les scénarios de gestion pour l'ensemble de l'inventaire. Dans le cadre du PNGMDR 2022-2026, l'Andra a en particulier travaillé sur deux dossiers qui marquent une avancée significative pour leur gestion à long terme :

– un dossier d'options techniques et de sûreté pour le stockage à faible profondeur d'une partie des déchets FAVL. Ce dossier a notamment permis de clarifier les conditions de sûreté et d'implantation d'un site sur le territoire de la communauté de communes de Vendeuvre-Soulaines (10), de proposer de premières pistes pour la conception de l'installation, de stabiliser l'inventaire des déchets FA-VL éligible à ce stockage et d'identifier les déchets pour lesquelles une solution complémentaire devrait être développée. Ce dossier est en cours d'instruction par l'ASNR.

– Un dossier détaillant l'inventaire des déchets FAVL et les différentes options de gestion possibles selon leur typologie. Ces options font actuellement l'objet d'une analyse au sein d'un groupe de travail pluraliste, piloté par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Cette concertation (analyse multiacteurs multicritères) est menée auprès d'un groupe pluraliste composé de producteurs de déchets, de représentants et d'élus des territoires concernés, d'associations environnementales et de l'Andra. Si le projet de stockage à faible profondeur cité précédemment apparaît comme la solution de référence pour une partie des déchets FAVL, d'autres options sont étudiées, comme par exemple la recherche de sites complémentaires, l'orientation de certains de ces déchets vers Cigéo (ces déchets figurant déjà par mesure conservatoire dans l'inventaire de réserve) ou vers le CSA. Ce dossier et l'analyse qui en sera faite par ce groupe constituent une première étape vers la définition d'un schéma industriel de référence.

C. Le projet de centre de stockage en couche géologique profonde (Cigéo) des déchets HA/MA-VL

La définition d'une filière de gestion pour les déchets les plus radioactifs, les déchets HA et MA-VL, a fait l'objet de nombreuses recherches, évaluations et étapes de décision, et ce depuis plus de 30 ans.

L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement décrit la procédure applicable pour créer et mettre en service une installation de stockage réversible en couche géologique profonde. Cette installation serait une INB*, à laquelle devra s'appliquer la réglementation propre à ce type d'installation.

Le principe du stockage géologique en couche profonde

L'objectif du stockage géologique est de protéger, sur le très long terme, les êtres humains et l'environnement du danger que représentent ces déchets radioactifs.

Cigéo vise à accueillir, en les plaçant en couche géologique profonde, les déchets radioactifs les plus dangereux produits et à produire par le parc nucléaire actuel, dont une large part est d'ores et déjà produite. Il s'agit des déchets de moyenne activité à vie longue et de haute activité produits par l'exploitation des centrales nucléaires et par le recyclage des combustibles usés. Il consiste à mettre en place des colis de déchets radioactifs dans une installation souterraine implantée dans une couche géologique dont les caractéristiques permettent de confiner et ralentir la migration des substances radioactives contenues dans ces déchets.

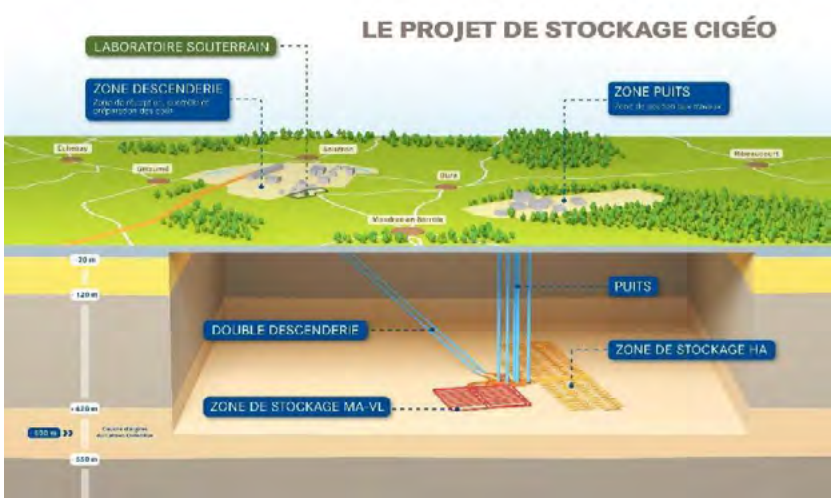
Une telle installation de stockage doit être conçue de telle sorte que, une fois fermée, la sûreté à long terme soit assurée de manière passive : elle ne doit pas dépendre d'actions de surveillance ou de maintenance. Ces actions nécessiteraient en effet un contrôle institutionnel et d'actions humaines dont la pérennité ne peut être garantie au-delà d'une période de temps limitée.

La géologie de la zone retenue joue donc un rôle essentiel pour assurer la sûreté à long terme, notamment le confinement de la radioactivité contenue dans les colis de déchets. Enfin, la profondeur du stockage est définie de telle sorte qu'ils ne seront pas affectés par les phénomènes naturels externes (érosion, changements climatiques, séismes...) ou par des activités humaines banales ».

Le projet Cigéo

Localisé à la limite de la Meuse et de la Haute-Marne, le projet Cigéo, s'il est autorisé, serait composé de deux installations de surface et d'une installation souterraine située en grande profondeur au cœur d'une roche argileuse d'argile (à environ 500 mètres de profondeur). Il serait complété d'infrastructures de liaison (descenderies) permettant de relier les installations entre elles.

Les colis de déchets seraient réceptionnés, contrôlés et préparés dans les installations de surface en vue de leur stockage dans l'installation souterraine. Au terme de son exploitation, Cigéo est conçu pour être fermé.



Principe de réversibilité

La réversibilité* fait partie des exigences introduites par la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006, ses modalités de mise en œuvre ont été précisées dans la loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016 et transcrites dans le code de l'environnement : ***La réversibilité est la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation du stockage permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets (suite notamment à une évolution de la politique énergétique). Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage*** ».

Les inventaires de déchets pris en compte dans les études de conception

Pour tenir compte de la période extrêmement longue de son exploitation, Cigéo est conçu pour permettre son adaptation aux évolutions de choix de politique énergétique. En particulier, les décisions relatives à l'évolution du parc nucléaire, à la durée d'exploitation des réacteurs, ou au retraitement des combustibles usés peuvent impacter directement la quantité de déchets à stocker.

Afin de gérer les incertitudes inhérentes à ce projet, l'article D. 542-91 du code de l'environnement a divisé l'inventaire des déchets de Cigéo en deux ensembles :

– L'inventaire de référence », qui constitue la base de la conception du projet et qui est pris en compte dans la démonstration de sûreté et le décret d'autorisation de création* (DAC) soumis à l'ASNR. Cet inventaire comprend l'ensemble des déchets HA et MA-VL déjà produits et qui seront produits par les installations nucléaires existantes (centrales nucléaires, centres de recherches…), ainsi que ceux qui seront produits par les installations nucléaires autorisées à fin 2016 (EPR de Flamanville, ITER, réacteur expérimental Jules Horowitz), avec l'hypothèse d'une durée de fonctionnement des réacteurs de 50 ans en moyenne. Les volumes estimatifs pris en compte dans l'inventaire de référence de Cigéo sont les suivants :

- ✦ environ 10 000 m^3 pour les déchets HA (soit environ 60 000 colis) ;
- ✦ environ 73 000 m^3 pour les déchets MA-VL (soit environ 170 000 colis).

– L'inventaire de réserve », qui prend en compte des incertitudes liées notamment aux évolutions de politique énergétique, à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de stratégies industrielles. L'Andra doit démontrer que Cigéo pourra s'adapter à des évolutions et à la prise en charge des déchets qui seraient alors produits. Cette capacité d'adaptation est notamment rendue possible par le fait que Cigéo se développera progressivement. S'ils demeurent hypothétiques, l'Andra identifie ces déchets dans cet inventaire de réserve » et mène des études dites d'adaptabilité qui permettent de s'assurer qu'il serait techniquement possible de les stocker en toute sûreté si un jour cela devait être le cas. Ces études sont jointes au dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo, et ont fait l'objet d'échanges préalables avec l'Autorité de sûreté dès le dossier 2005[3].
Les combustibles usés issus de l'exploitation des réacteurs électronucléaires, des réacteurs expérimentaux et de la propulsion nucléaire navale qui ne sont pas référencés dans l'inventaire de référence sont intégrés dans l'inventaire de réserve (article D. 542-92 du code de l'environnement).

3 Si une décision était prise de stocker dans Cigéo des déchets issus de l'inventaire de réserve, une demande d'autorisation spécifique pour ces déchets serait déposée par l'Andra, selon le cadre réglementaire en vigueur.

✦ ***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 comme Cigéo. Cette première évaluation n'a pas identifié d'éléments rédhibitoires à la prise en charge des déchets qui seraient générés par ces réacteurs dans Cigéo. L'inventaire de réserve de Cigéo sera mis à jour d'ici l'enquête publique relative à la demande d'autorisation de création prévue en 2026.***

LA GESTION DES DÉCHETS BITUMÉS

En 2018, dans son avis sur le dossier d'options de sûreté (DOS) de Cigéo transmis par l'Andra en 2016, l'ASNR a estimé que le projet Cigéo avait atteint dans son ensemble une maturité technique satisfaisante. Elle a également formulé plusieurs recommandations et une réserve concernant le stockage d'une catégorie de déchets à Cigéo : les déchets bitumés. Le ministère de la Transition écologique et solidaire et l'ASNR ont souhaité qu'une expertise indépendante et internationale soit menée sur cette problématique. Dans ce cadre, une expertise a été commanditée en juin 2018 et son rapport sur la gestion des déchets bitumés a été remis aux autorités le 28 juin 2019, puis présenté aux producteurs de déchets radioactifs, à l'Andra, à l'IRSN ainsi qu'au Groupe de travail du PNGMDR en septembre 2019. Les principales conclusions portaient sur la poursuite nécessaire des études sur l'intégration de ces déchets dans Cigéo. Le rapport estimait également que les études conduites par l'Andra devraient permettre d'arriver à court terme à une conception dont la sûreté pourrait être démontrée de façon convaincante. L'Andra a tenu compte de ces avis dans sa demande d'autorisation de création (DAC), déposée en 2023 et en cours d'instruction par l'ASNR. Dans la DAC, l'Andra envisage deux voies de gestion possibles : elle apporte la démonstration de sûreté de leur stockage en l'état, notamment à travers un concept d'alvéole de stockage renforcé permettant d'exclure la propagation d'un incendie dans l'alvéole (colis de stockage renforcé ayant une résistance importante à la chaleur, dispositifs de détection de l'élévation de température, systèmes d'extinction robotisés, etc…). Un mode de stockage de colis de déchets issus d'un traitement préalable est également étudié.

Au cours de l'instruction technique de la DAC, l'ASNR a jugé accessible la démonstration du respect des critères garantissant la sûreté du stockage pour les scénarios de référence retenus. Elle a cependant identifié des compléments relatifs aux scénarios dits « enveloppes » d'emballement postulés au titre de la défense en profondeur. L'Andra s'est engagé à compléter ces éléments, à consolider sa stratégie de détection et d'intervention présentée dans le dossier de DAC et à justifier sa suffisance pour exclure la propagation d'un emballement de réactions exothermiques aux colis voisins dans les alvéoles de stockage dédiés au colis de déchets bitumés.

Prochaines étapes du projet Cigéo

Eu égard à la spécificité d'une installation du type de Cigéo (nucléaire et souterraine), le Parlement a souhaité encadrer de manière dédiée les procédures d'autorisation liées à ce projet. Le projet Cigéo de stockage en couche géologique profonde, conçu par l'Andra, a fait l'objet d'un dépôt de DAC en 2023[4]. Il devrait, sous réserve de son autorisation, être exploité pendant plus de 100 ans et comporterait plusieurs phases successives :

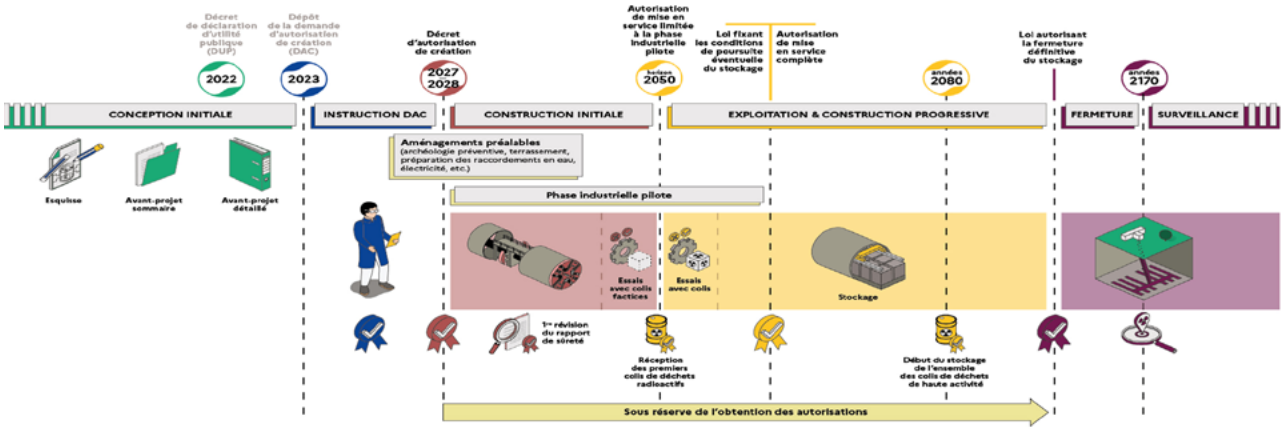


Figure : Les installations du projet Cigéo (Source Andra)

– A l'horizon 2028 : en cas de retour positif sur le dossier de DAC, l'autorisation de création pourrait être délivrée. Ceci suppose la publication d'un décret en Conseil d'État, après une instruction technique de l'ASNR, une enquête publique, un avis de l'Autorité environnementale, un avis des collectivités locales concernées, de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) et de la Commission nationale d'évaluation (CNE).

✦ Pourrait alors se concrétiser la phase de construction initiale qui marquerait le début de la phase industrielle pilote (PhiPil) destinée à couvrir la phase de construction initiale et les premières années d'exploitation après la mise en service

– Vers 2050 : une autorisation de mise en service partielle permettrait à l'installation de recevoir ses premiers colis de déchets radioactifs.

En application des dispositions de l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, les résultats de la phase industrielle pilote devront faire l'objet d'un rapport de l'Andra, d'un avis de la CNE, d'un avis de l'ASNR et du recueil de l'avis des collectivités territoriales situées en tout ou partie dans une zone de consultation définie par décret pour soumission à l'OPECST. Le Gouvernement devra également présenter un projet de loi adaptant les conditions d'exercice de la réversibilité du stockage.

– C'est au terme de l'analyse des résultats de la phase industrielle pilote que l'ASNR pourra, le cas échéant, délivrer l'autorisation de mise en service complète de l'installation. Cette échéance pourrait se situer quelques années après l'autorisation de mise en service limitée à la Phipil, en fonction des résultats de cette phase pilote.

4 L'Andra prévoit a déposé en 2023 auprès du ministre chargé de la sûreté nucléaire, la demande d'autorisation de création du centre de stockage réversible profond. Cette demande est en cours d'instruction, notamment auprès de l'ASNR.

L'ÉVALUATION DU COÛT DU PROJET CIGÉO DE STOCKAGE EN COUCHE GÉOLOGIQUE PROFONDE

Le code de l'environnement prévoit que l'Andra propose au ministre chargé de l'énergie une évaluation des coûts afférents à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute et de moyenne activité à vie longue. Après avoir recueilli les observations des producteurs de déchets et l'avis de l'ASNR, le ministre chargé de l'énergie arrête l'évaluation de ces coûts et la rend publique. Cet arrêté fournit aux producteurs de déchets une référence leur permettant d'établir les provisions qu'ils ont l'obligation de constituer pour la gestion de leurs déchets. La loi prévoit une actualisation régulière de ce coût, a minima aux étapes clés du développement du projet (autorisation de création, mise en service, fin de la phase industrielle pilote », réexamens de sûreté).

L'Andra a remis un rapport d'évaluation concernant le coût du projet Cigéo au ministère chargé de l'énergie le 12 mai 2025. Le coût global de Cigéo sur toute la durée de vie de l'installation (construction, exploitation, fermeture) soit plus de 150 ans, est évalué par l'Andra entre 26,1 et 37,5 milliards d'euros aux conditions économiques de 2012, selon les différentes hypothèses étudiées. Ce chiffrage, publié sur le site internet de l'Andra, présente une évaluation fondée sur la conception du projet au stade de la demande d'autorisation de création (DAC) en cours d'instruction, ainsi que sur trois configurations optimisées. L'évaluation du coût de Cigéo constitue un exercice complexe et inédit qui s'appuie sur des hypothèses relatives au coût du travail, des matériaux ou de l'énergie, ou encore à la fiscalité.

La publication de l'arrêté fixant le coût de référence du projet Cigéo est envisagée d'ici la fin d'année 2025. La précédente évaluation du chiffrage de Cigéo avait été réalisée en octobre 2014. A l'issue du processus de consultation, le ministre avait fixé par arrêté du 15 janvier 2016 le coût de Cigéo à 25 milliards d'euros aux conditions économiques du 31 décembre 2011.

En septembre 2018, une plateforme de ressources internet dédiée au projet de stockage géologique profond http://www.cigeo.gouv.fr, sous pilotage de l'Etat, a été mise en ligne afin de répondre aux différentes demandes issues du débat public ou du HCTISN.

Annexe V. Le transport des matières et des déchets radioactifs

Les transports de déchets nucléaires font partie (comme les transports des combustibles usés) de l'ensemble, plus large, des transports de substances radioactives. Ces derniers se distinguent par leur grande diversité. Les colis de substances radioactives peuvent peser de quelques centaines de grammes à plus d'une centaine de tonnes et l'activité radiologique de leur contenu peut s'étendre de quelques milliers de becquerels à des milliards de milliards de becquerels pour les colis de combustibles nucléaires irradiés.

Les enjeux de sûreté sont très variés, entre des transports d'évacuation des déchets radioactifs produits par des centres de soin (un tiers des colis de substances radioactives transportées est utilisé dans le secteur médical) et des transports de déchets radioactifs vitrifiés issus du retraitement du combustible usé.

Le détail de la réglementation, internationale et nationale, s'appliquant au transport des substances radioactives est disponible sur le site du ministère chargé de l'énergie ainsi que sur celui de l'ASNR. La réglementation applicable aux transports de substances radioactives est fondée sur le règlement de transport dénommé SSR-6 publié par l'AIEA. La France est signataire de différents accords internationaux en la matière, qui sont intégralement transposés en droit national : pris en application des articles L. 1252-1 et suivants du code des transports, l'arrêté du 29 mai 2009 transpose en droit français les différents règlements internationaux modaux et donne pouvoir aux inspecteurs de la sûreté nucléaire désignés par l'ASNR pour contrôler l'application de ses dispositions relatives aux transports de substances radioactives.

Les lettres de suites d'inspection et les avis d'incident dans le domaine du transport de substances radioactives sont publiquement disponibles sur le site de l'ASNR.

Les exigences de sûreté associées aux transports de substances radioactives font également l'objet d'un dossier pédagogique de l'ASNR, en complément des informations disponibles dans les Rapports annuels de l'ASNR en leur Chapitre 9, depuis 2024, ou Chapitre 11 pour les versions précédentes, dédiés au transport de substances radioactives ». Ces chapitres traitent de la réglementation encadrant les transports, des rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives, et de l'action de l'ASNR dans le domaine du transport de substances radioactives.

Sur le nombre de transports de substances radioactives, la dernière étude de l'ASNR a été menée en 2012 sur les flux de transport substances radioactives à usage civil. Celle-ci s'appuie sur des informations collectées auprès de tous les expéditeurs de substances radioactives (installations nucléaires de base, laboratoires, hôpitaux, fournisseurs et utilisateurs de sources, etc.) ainsi que sur les rapports des conseillers à la sécurité des transports. Une synthèse est disponible sur le site de l'ASNR.

Ainsi, environ 770 000 transports de substances radioactives ont lieu chaque année en France. Cela correspond à environ 980 000 colis de substances radioactives, ce qui représente quelques pourcents du total des colis de marchandises dangereuses transportés chaque année en France. Un peu moins de 60 % des colis transportés sont à destination de l'industrie non nucléaire : il s'agit le plus souvent d'appareils mobiles contenant des sources radioactives. On peut par exemple citer les appareils de détection de plomb dans les peintures, utilisés pour les diagnostics immobiliers, ou les appareils de gammagraphie (radiographie de matériaux)

Environ 10 % seulement des colis transportés en France sont en lien avec l'industrie électronucléaire. Cela représente environ 19 000 transports annuels, pour 114 000 colis. Ces transports sont nécessaires au fonctionnement du cycle du combustible*, du fait de la localisation éparse des différentes installations sur le territoire national.

Le transport du combustible usé

Le combustible usé est transporté dans des colis spécifiques, offrant une forte protection radiologique et capables de résister à des accidents sévères.

La sûreté des transports, comme la sûreté des installations, est fondée sur une approche de défense en profondeur, qui consiste à mettre en œuvre plusieurs niveaux de protection, techniques ou organisationnels, afin de garantir la sûreté du public, des travailleurs et de l'environnement, tant en situation de routine qu'en cas d'incident ou d'accident.

Les colis contenant les substances radioactives doivent assurer les fonctions de sûreté suivantes :

– assurer une protection contre les rayonnements ionisants émis par ces substances, par exemple au moyen d'un blindage qui atténue ces rayonnements ;

– empêcher le relâchement ces substances hors du colis, grâce à une enveloppe extérieure et un système de fermeture assurant l'étanchéité du colis ;

– empêcher l'occurrence d'une réaction nucléaire en chaîne si son contenu est constitué de matières fissiles, notamment en limitant le contenu et en restant étanche (car l'eau facilite le démarrage de ces réactions) ;

– le cas échéant, assurer la protection contre le dégagement thermique important du contenu, par exemple aux moyens d'ailettes de refroidissement ;

– le cas échéant, assurer une protection contre les risques chimiques présentés par le contenu.

Le colis doit par lui-même apporter une protection suffisante pour limiter les conséquences d'un accident. Le premier niveau de protection de la défense en profondeur est donc la robustesse du colis, qui doit permettre d'assurer un maintien des fonctions de sûreté, y compris en cas d'accident sévère si les enjeux de sûreté l'exigent. La réglementation définit donc des épreuves, qui simulent des incidents ou des accidents, à l'issue desquelles le colis doit maintenir ses fonctions de sûreté.

La sévérité des épreuves réglementaires est proportionnée au danger potentiel du contenu transporté.

Les colis de combustibles usés sont transportés en partie sur route, avec une escorte, et en partie sur voie ferrée. Ces transports sont également soumis à des exigences additionnelles visant à assurer leur protection contre des actes malveillants. Ces exigences sont issues du code de la défense et leur application est contrôlée par les services du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'énergie.

On dénombre annuellement environ 200 transports organisés pour envoyer le combustible irradié des centrales nucléaires exploitées par EDF vers l'usine de retraitement Orano Cycle de La Hague.

Annexe VI. Les inventaires de matières radioactives

Mesurer les quantités de matières radioactives : la tonne de métal lourd (tML)

L'unité utilisée pour présenter les quantités de matières radioactives est la tonne de métal lourd (tML), unité représentative de la quantité d'uranium, de plutonium ou de thorium contenue dans les matières.

La notion de métal » signifie que l'on ne compte » que la masse de l'uranium, de plutonium ou de thorium, quelle que soit leur forme chimique.

Cette unité présente l'avantage de ne pas dépendre de la forme chimique de la matière. Elle change tout au long des opérations de transformation qui jalonnent la fabrication et le retraitement du combustible. Il est ainsi plus aisé de suivre les flux de matières lors des différentes étapes

a. Les principales matières radioactives entrant dans la composition des combustibles nucléaires

La fabrication des combustibles nucléaires, qu'ils soient destinés à des centrales nucléaires, à des réacteurs de recherche ou de propulsion navale, utilise des radionucléides fissiles, c'est-à-dire capables de se diviser sous l'effet d'un choc avec un neutron.

Certains isotopes de l'uranium et du plutonium sont fissiles ou susceptibles d'être transformés en isotopes fissiles. Les différentes substances qui contiennent de l'uranium ou du plutonium sont qualifiées de matières radioactives en raison de l'utilisation qui pourrait en être faite dans les réacteurs nucléaires existants ou faisant l'objet d'études de R&D.

L'uranium, présent sous plusieurs formes :

L'uranium naturel extrait de la mine : l'uranium est un métal radioactif naturellement présent dans certaines roches sous forme de minerai. Il est extrait, traité et converti sous forme d'un concentré solide d'uranium appelé Yellow Cake. Près de 7 800 tonnes d'uranium naturel par an sont nécessaires au besoin du parc nucléaire français. Aujourd'hui, il ne subsiste aucune mine d'uranium en exploitation en France : la totalité de l'uranium provient de l'étranger ;***L'inventaire d'uranium naturel à fin 2023 en France est de l'ordre de 33 200 tML.***

L'uranium naturel enrichi (UNE) : il est obtenu en augmentant la concentration de l'uranium naturel en éléments fissiles, l'uranium 235, de 0,7 % à 3-5 %. Il sert à la fabrication des combustibles UNE. Près de 1 200 tonnes de combustibles UNE sont chargées annuellement dans les réacteurs du parc français.
L'inventaire d'uranium naturel enrichi à fin 2023 en France est de l'ordre de 3 350 tML

L'uranium appauvri (Uapp) : il est obtenu, en tant que sous-produit, lors de l'étape d'enrichissement de l'uranium naturel. Transformé en matière solide, chimiquement stable, incombustible, insoluble et non corrosif, il se présente sous la forme d'une poudre noire. Près de 6 720 tonnes sont annuellement produites, issues de l'enrichissement des 7 800 tonnes d'uranium naturel importées. L'Uapp est destiné à être utilisé pour la fabrication des combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium pour les réacteurs à eau pressurisée (REP) ou des réacteurs à neutrons rapides (RNR) à développer ;
L'inventaire d'uranium appauvri à fin 2023 en France est de l'ordre de 341 000 tML

L'uranium de retraitement (URT) : également nommé uranium de recyclage issu du retraitement (URT), il est extrait des combustibles UNE usés dont il constitue près de 95 % de la masse. Récupéré sous forme de nitrate d'uranyle puis oxydé, il peut être enrichi pour produire du combustible à uranium de retraitement enrichi (URE).

L'inventaire d'uranium de retraitement à fin 2023 en France est de l'ordre de 34 600 tML

Le plutonium

Le plutonium est un élément radioactif artificiel produit par le fonctionnement des centrales nucléaires, représentant 1 % de la masse d'un combustible UNE usé. Il sert à la fabrication des combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium (MOx) et de plutonium pour les réacteurs à eau pressurisée (REP) ou à neutrons rapides (RNR).

L'inventaire en France à fin 2023 de plutonium séparé, non-irradié, sont de l'ordre de 72 tML

Le thorium

Orano, le CEA et l'entreprise Solvay sont propriétaires d'environ 8 510 tML de thorium, sous forme de nitrates et d'hydroxydes. Ces substances sont entreposées sur le site de l'usine Solvay de La Rochelle, sur le site du CEA de Cadarache et sur les sites d'Orano de Bessines et du Tricastin.

Les matières détenues par Orano sont issues de l'exploitation du gisement minier d'uranothorianite de Madagascar dans les années 1960, il n'y a donc plus de production nouvelle.

Jusqu'en 1994, l'entreprise Solvay a traité sur son site de La Rochelle des minerais thorifères (monazite principalement) pour en extraire des terres rares*. Depuis 1994, le site de La Rochelle est approvisionné exclusivement en concentrés de terres rares, épurées en radioactivité. Solvay ne produit donc plus de nouvelles matières thorifères.

Le thorium n'a pas d'utilisation établie à l'échelle industrielle aujourd'hui, mais plusieurs perspectives d'utilisation ultérieure sont affichées par Orano et Solvay. Les substances contenant du thorium sont donc considérées à ce stade comme des matières radioactives. Une utilisation du thorium comme combustible, sans utiliser l'uranium 235 ni le plutonium, est envisagée.

Les inventaires à fin 2023 de thorium (nitrates et hydroxydes) en France sont de l'ordre de 8 510 tML

b. Les combustibles des réacteurs nucléaires de production d'électricité

Les combustibles nucléaires utilisés pour la production d'électricité, qu'ils soient neufs ou usés, sont actuellement considérés comme des matières radioactives. Ils sont soit en cours d'utilisation, soit en attente d'utilisation dans les réacteurs électronucléaires, soit entreposés après utilisation dans l'attente d'une valorisation ultérieure.

Il existe différents types de combustibles :

Le combustible REP* à l'uranium naturel enrichi (UNE), à base d'oxyde d'uranium et utilisé dans l'ensemble des réacteurs du parc actuel. Près de 1000 tonnes de métal lourd* (tML) d'UNE sont utilisées chaque année. Le combustible UNE usé peut être retraité afin d'en extraire le plutonium pour fabriquer du combustible MOx (voir ci-dessous). Le retraitement de l'UNE usé produit également de l'uranium de retraitement (URT) qui permet de fabriquer du combustible URE ;

Le combustible REP à l'uranium de retraitement réenrichi (URE), à base d'oxyde d'uranium provenant de l'enrichissement de l'uranium de retraitement (URT). En France, les quatre réacteurs de Cruas (Ardèche) sont autorisés à utiliser des combustibles URE. L'introduction de combustibles URE dans ces réacteurs a été initiée dès 1994 puis interrompue en 2013 pour des raisons de compétitivité de l'URE. Toutefois, depuis 2023, EDF a de nouveau chargé deux des quatre tranches de la centrale de Cruas en URE, avec une perspective de chargement des quatre tranches à horizon 2026. A moyen et long terme, EDF prévoit de recycler aussi l'URT sous forme d'URE sur des réacteurs du palier 1300 MWe actuel et sur le futur parc d'EPR2.

Le combustible URE usé contient de l'uranium 235, mais également d'autres isotopes de l'uranium, dont les propriétés neutroniques conduisent à rendre plus difficilement envisageable la réutilisation de l'uranium contenu dans ce combustible pour une nouvelle utilisation dans un réacteur à eau sous pression. En revanche, le plutonium qu'il contient pourrait être utilisé pour alimenter des réacteurs de 4ème génération à neutrons rapides (RNR) ;

Le combustible mixte REP à l'uranium et au plutonium (MOx), à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium, fabriqué à

partir de plutonium issu du retraitement des combustibles UNE usés et d'uranium appauvri. EDF utilise actuellement les assemblages MOx dans 22 réacteurs de 900 MWe[5] parmi les 56 réacteurs du parc français actuel. Près de 100 à 120 tML de MOx sont consommées par an. EDF envisage par ailleurs de moxer » certains réacteurs 1 300 MWe.

Actuellement, le combustible MOx usé n'est pas retraité pour une réutilisation dans les réacteurs à eau sous pression (REP) du parc français en raison des caractéristiques complexes de la matière contenue dans ces assemblages. Toutefois, dans le cadre de la stratégie de retraitement-recyclage définie par la programmation pluriannuelle de l'énergie, un nouveau concept de combustible mixte REP à l'uranium et au plutonium, permettant d'une part le multi-recyclage de ce dernier en REP et, d'autre part, de recycler les combustibles URE et MOx dans les réacteurs REP, fera l'objet d'actions de recherche et développement.

Par ailleurs, à plus long terme, le combustible MOx pourrait être retraité afin d'en extraire le plutonium pour fabriquer de nouveaux combustibles destinés à alimenter des réacteurs de 4ème génération à neutrons rapides (RNR).

Le combustible des réacteurs de 4e génération à neutrons rapides (RNR) à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium. Ce combustible, qui n'est plus fabriqué aujourd'hui, a notamment été utilisé dans les réacteurs à neutrons rapides Phénix et Superphénix, aujourd'hui en démantèlement. Il pourrait être à nouveau fabriqué, dans des installations restant à concevoir, pour alimenter un éventuel parc de réacteurs de 4ème génération à neutrons rapides (RNR) d'ici la fin du siècle.

5 24 réacteurs de 900 MWe sont autorisés à utiliser du combustible MOx mais 2 réacteurs ne font pas usage de cette autorisation.

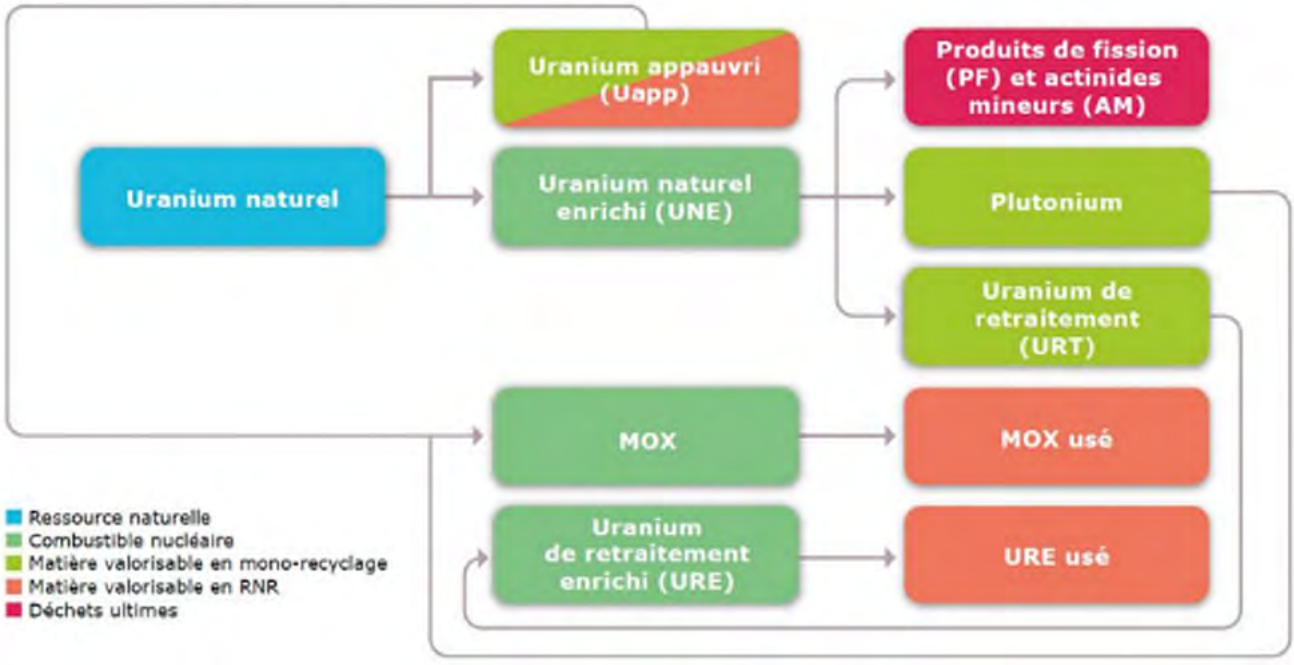


Figure : Composition des combustibles utilisés pour la production électronucléaire (Source : RTE)

L'entreposage des combustibles usés des réacteurs nucléaires de production d'électricité

Après leur utilisation dans les réacteurs EDF, les combustibles usés sont entreposés en piscines attenantes aux centrales nucléaires. La puissance thermique qu'ils dégagent est trop importante pour pouvoir les transporter immédiatement. Ils sont ainsi refroidis pendant 2 ans en moyenne, avant d'être envoyés vers les installations de La Hague exploitées par Orano.

À leur arrivée, les combustibles usés sont à nouveau entreposés dans des piscines. Après une nouvelle période de refroidissement, qui dure entre 5 et 10 ans, les combustibles valorisables sont retraités.

Les autres combustibles usés (MOx, URE) ne sont pas retraités, ils restent entreposés dans les piscines des installations de La Hague. Par ailleurs, la démonstration de la capacité technique de traitement des combustibles MOX et URE dans les usines actuelles de La Hague a été apportée lors de tests réalisés dans le passé, mais n'est pas praticable à l'échelle industrielle.

Le retraitement du combustible usé

Les combustibles UNE usés contiennent des matières radioactives : plutonium, uranium. Le retraitement effectué dans les usines de La Hague sépare ces matières des déchets ultimes : produits de fission*, actinides mineurs* d'une part, et des structures métalliques des assemblages de combustibles usés d'autre part.

À l'issue des procédés de retraitement, le plutonium et l'uranium de retraitement séparés sont entreposés, dans l'attente de leur recyclage pour la fabrication de nouveaux combustibles.

Les déchets ultimes issus du retraitement (produits de fission et actinides mineurs d'une part, structures métalliques d'autre part) sont conditionnés en colis. Ils constituent des déchets de haute et moyenne activité à vie longue. Ils sont actuellement entreposés dans des installations dédiées à La Hague, dans l'attente d'une solution de gestion définitive, laquelle devrait voir le jour si le projet Cigéo de stockage en couche géologique profonde, porté par l'Andra, venait à être autorisé.

Le cycle du combustible

Le retraitement des combustibles nucléaires usés et le recyclage des matières fissiles qui en sont issues introduit un cycle » à l'intérieur de la chaîne des opérations qui se succèdent pour alimenter les réacteurs nucléaires en combustible.

Dans cette perspective, les opérations comprises entre l'extraction du minerai d'uranium et la fabrication du combustible constituent l'amont du cycle. Celles qui vont de l'utilisation du combustible en réacteur, en passant par son retraitement et son recyclage jusqu'à son stockage le cas échéant, constituent l'aval du cycle.

Deux grandes options de gestion du combustible sont possibles, avec des déclinaisons intermédiaires :

– mise en œuvre d'une stratégie de gestion du combustible nucléaire sans retraitement des combustibles usés. Dans ce cas, les matières contenues dans les combustibles usés ne sont pas recyclées et les combustibles usés sont stockés directement, considérés comme déchets ;

– mise en œuvre d'une stratégie de gestion du combustible nucléaire pour en extraire les matières valorisables afin de fabriquer de nouveaux combustibles. La France opère actuellement un cycle dit de mono-recyclage », permettant de recycler une fois le plutonium, et étudie le déploiement du multi-recyclage*.

COMPARAISON DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES STRATÉGIES DE GESTION DU COMBUSTIBLE USÉ

Une analyse des impacts sur l'environnement d'une stratégie de retraitement des combustibles usés en comparaison de celle qui résulterait de l'absence de retraitement, en considérant l'ensemble du cycle de vie du combustible, depuis l'extraction de l'uranium jusqu'au stockage des déchets induits, a été menée par Orano, en lien avec les producteurs de déchets et l'Andra, selon les prescriptions de l'article 9 de l'arrêté du 23 février 2017. Cette première étude, remise en décembre 2018, a été approfondie dans le cadre de l'édition 2022-2026 du PNGMDR (action POL.1).

Les conclusions de la première étude portée par les producteurs étaient les suivantes :

➢ Le cycle actuel du combustible nucléaire (de mono-recyclage) offre un potentiel de réduction du besoin en uranium naturel de 20% à 25% par rapport à un cycle ouvert. Le MRREP* permettrait une économie supplémentaire de 10 % d'uranium naturel.

➢ Par rapport au cycle de monorecyclage actuel, le cycle ouvert présenterait :

✦ Un indicateur ACV « radioélément » plus faible (-28%). Cet indicateur dépend notamment des rejets en C14 d'une part, de la modélisation des émissions de radon des résidus miniers d'autre part ;

✦ Un indicateur « volume des déchets MA-VL » plus faible (-66%). Les usines de l'aval du cycle, principaux contributeurs dans le cas du cycle actuel, n'existent pas dans un cycle ouvert ;

✦ Un indicateur « volume des déchets HA » beaucoup plus élevé (+283%), conduisant à une dégradation également du volume global pour les déchets MA-VL + HA destinés à Cigéo (+24%).

Dans le cas d'un cycle ouvert, tous les combustibles usés sont considérés comme des déchets. Est illustré ici l'apport du traitement recyclage sur le volume des déchets destinés à CIGEO.

D'autres catégories d'impact ont été considérées dans les études du PNGMDR 2022-2026, notamment les données économiques, sociétales et environnementales.

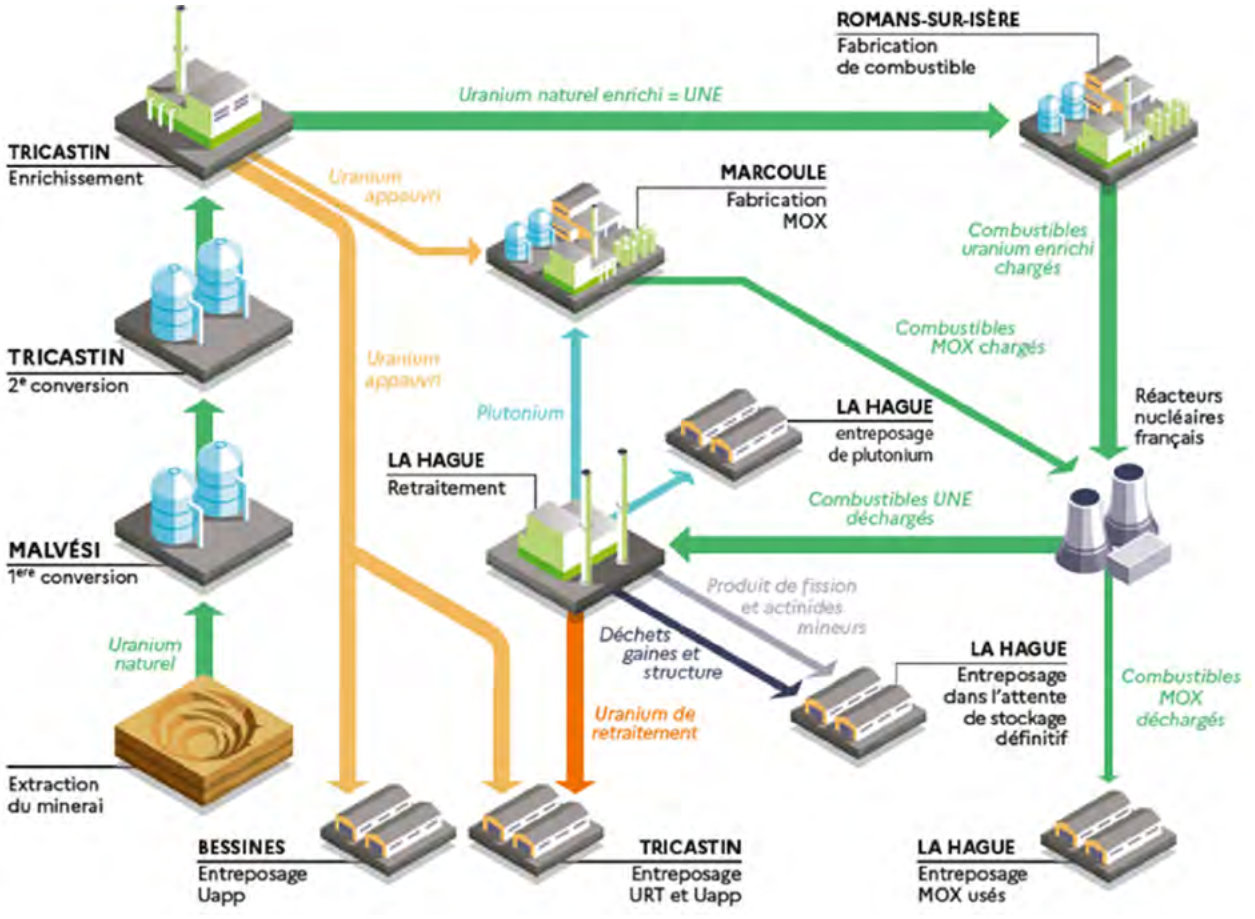


Figure : Le cycle du combustible nucléaire mis en œuvre actuellement en France

c. Les combustibles des réacteurs nucléaires de recherche

Les réacteurs de recherche ont pour objectif de contribuer à la recherche scientifique et technologique, en particulier pour améliorer la sûreté des centrales nucléaires. Ils sont exploités pour la plupart d'entre eux par le CEA dans ses différents centres de recherche. L'Institut Laue Langevin (ILL) exploite également un réacteur à Grenoble, le Réacteur à Haut Flux (RHF).

La consommation de combustible nécessaire au fonctionnement des réacteurs de recherche représente de faibles quantités en comparaison de celles mises en jeu dans l'industrie électronucléaire (environ 1000-1200 tML/an. A titre d'exemple, le réacteur Orphée13, exploité par le CEA à Saclay (91) jusqu'en 2019, consommait de l'ordre de 0,015 tML/an tandis que la consommation du RHF est de l'ordre de 0,05 tML/an.

Les combustibles usés des réacteurs de recherche sont entreposés dans des installations nucléaires du CEA sur ses différents sites, ou dans celles d'Orano à La Hague. Leurs propriétaires envisagent leur retraitement dans les installations de La Hague, ce qui nécessitera des travaux de R&D complémentaires d'une part, et des modifications des installations d'autre part. De plus, ils envisagent le recyclage des matières valorisables qui les constituent, soit pour de nouvelles applications en réacteur de recherche, soit pour une utilisation en réacteurs nucléaires pour la production d'électricité.

d. Les perspectives de valorisation des matières radioactives

L'uranium appauvri, l'uranium de retraitement, les combustibles usés, les rebuts de combustibles non irradiés, le plutonium, les combustibles usés particuliers et les matières thorifères font l'objet de valorisations ou de projets de valorisation par les acteurs concernés.

Les combustibles usés à base d'uranium naturel enrichi (UNE) sont traités dans les usines de La Hague afin d'en extraire le plutonium et l'uranium dits alors de retraitement ». Ces matières ainsi que l'uranium appauvri issu des étapes d'enrichissement sont alors utilisées dans la fabrication de nouveaux combustibles (MOx et URE). L'uranium appauvri est également très utilisé comme protection contre les rayonnements sur les sites nucléaires. D'autre part et dans un second temps, le plutonium a également vocation à être valorisé dans les réacteurs innovants (SMR* et AMR*). Par la suite, la séparation des matières des combustibles usés MOx et URE a déjà été réalisée à La Hague mais une valorisation industrielle nécessitera l'adaptation des ateliers aux contraintes particulières engendrées. Concernant les combustibles particuliers issus de réacteurs de recherche, leur valorisation a principalement pour objectif la récupération des matières pour répondre aux besoins de la R&D sur les réacteurs de 4ème génération. Le développement des procédés est en cours. Enfin, les matières thorifères ont vocation à être valorisées dans le secteur médical (traitement anti-cancéreux), les applications commerciales pour les industries non nucléaires (fabrication de matériaux réfractaires, de revêtements de surface, d'instruments scientifiques, d'optiques, de soudure, etc.) et le développement international des réacteurs nucléaires au thorium.

Annexe VII. Bilan actuel des inventaires de matières et de déchets radioactifs

L'Andra recense annuellement l'ensemble des matières et déchets radioactifs présents sur le territoire français au 31 décembre de chaque année sur la base des informations fournies par leurs détenteurs. Les sources scellées étaient jusqu'à lors enregistrées par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) via l'Unité d'expertise des sources (UES), désormais rattachée à l'ASNR.

a. Bilan des inventaires de matières radioactives à fin 2023

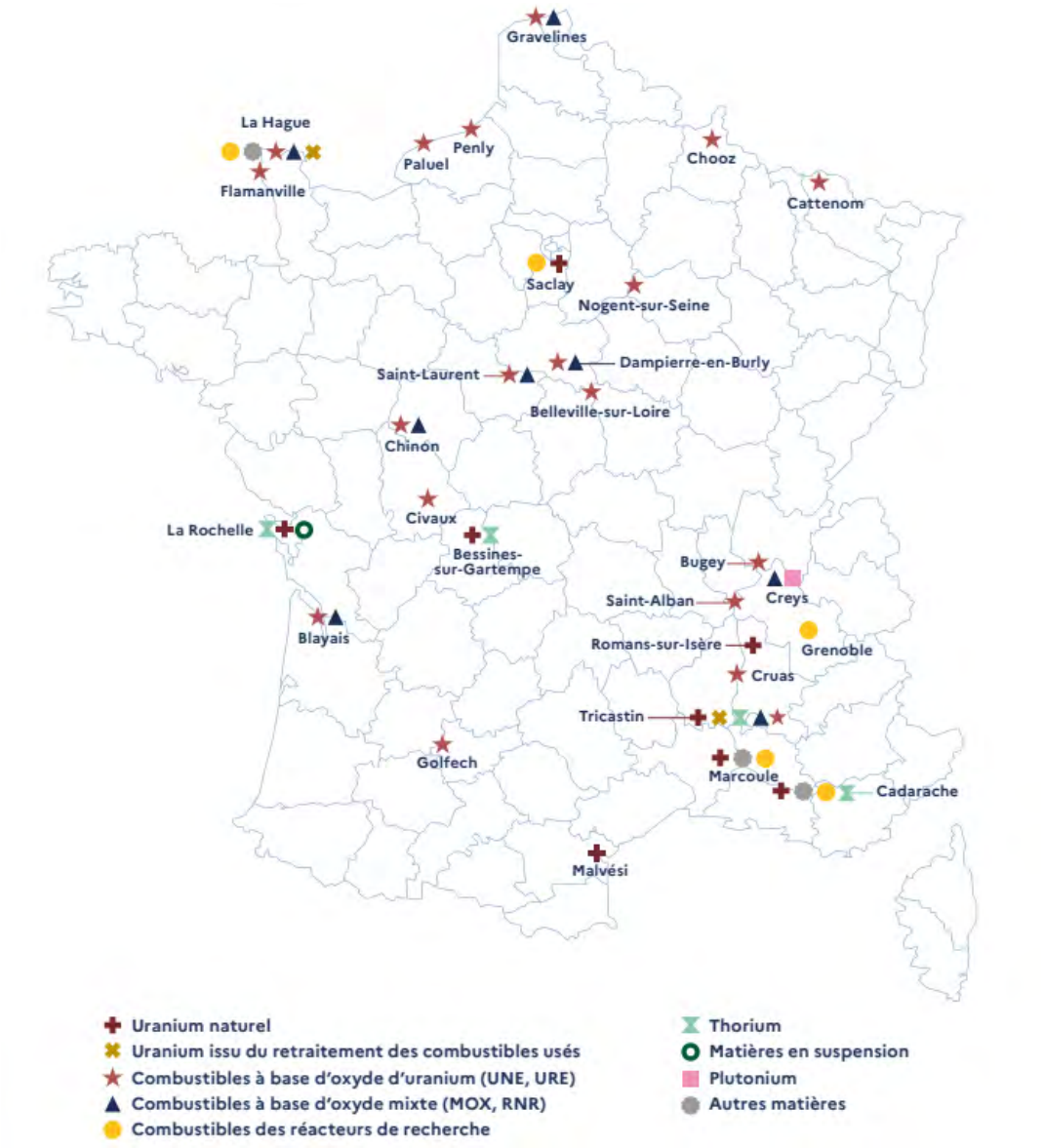
Les détenteurs de matières sont essentiellement, pour les matières fissiles, les acteurs du cycle du combustible nucléaire, tous les exploitants de réacteurs nucléaires (électronucléaire, défense nationale, recherche), et les acteurs de l'industrie chimique détenant des matières radioactives dans le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

Le bilan des stocks de matières radioactives et leur localisation à fin 2023 (en équivalent tonne de métal lourd) figurent ci-dessous :

N°	Catégorie de matières	À fin 2023	Évolution 2023/2022	Part étrangère
1	Combustibles UNE avant utilisation	784	– 90	-
2	Combustibles UNE en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires	4 120	+ 630	-
3	Combustibles UNE usés, en attente de retraitement	11 000	– 500	0,2 %
4	Combustibles URE avant utilisation	19	+ 19	-
5	Combustibles URE en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires	-	-	-
6	Combustibles URE usés, en attente de retraitement	625	– 3	-
7	Combustibles mixtes uranium-plutonium avant utilisation ou en cours de fabrication	32	+ 7	-
8	Combustibles mixtes uranium-plutonium en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires	185	– 5	-
9	Combustibles mixtes uranium-plutonium usés, en attente de retraitement (1)	2 510	+ 50	-
10	Rebuts de combustibles mixtes uranium-plutonium non irradiés en attente de retraitement	375	+ 16	-
11	Rebuts de combustibles uranium non irradiés en attente de retraitement	-	-	-
12	Combustibles usés RNR, en attente de retraitement	131	+ 6	-
13	Combustibles des réacteurs de recherche avant utilisation	0,03	– 0,03	-
14	Combustibles en cours d'utilisation dans les réacteurs de recherche	1	-	-
15	Autres combustibles usés civils	62	+ 1	2 %
16	Combustibles usés de la défense nationale	217 tonnes	+ 14 tonnes	-
17	Plutonium séparé non irradié sous toutes ses formes physico-chimiques	72	+ 2	19 %
18	Uranium naturel extrait de la mine, sous toutes ses formes physico-chimiques	33 200	– 2 700	-
19	Uranium naturel enrichi, sous toutes ses formes physico-chimiques	3 350	– 190	-
20	Uranium enrichi issu du retraitement des combustibles usés, sous toutes ses formes physico-chimiques (2)	22	-	-
21	Uranium issu du retraitement des combustibles usés, sous toutes ses formes physico-chimiques (2)	34 600	-	7 %
22	Uranium appauvri, sous toutes ses formes physico-chimiques	341 000	+ 10 000	-
23	Thorium, sous la forme de nitrates et d'hydroxydes	8 510	-	-
24	Matières en suspension (sous-produits du traitement des minerais de terres rares)	4	– 1	-
25	Autres matières (3)	70	-	-

1. Les rebuts de combustibles mixtes uranium-plutonium non irradiés en attente de retraitement ont vocation à être, à terme, retraités et recyclés dans les réacteurs électronucléaires.
2. L'uranium issu du retraitement des combustibles usés a vocation à être enrichi pour former de l'uranium enrichi issu du retraitement des combustibles usés qui sert à la fabrication des combustibles à l'uranium de retraitement enrichi (URE) à base d'oxyde d'uranium.
3. 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 stocks publiés sont des valeurs arrondies. Les évolutions sont calculées sur la base des valeurs de stocks arrondies.



Localisation des matières radioactives sur le territoire français au 31/12/2023 (Les Essentiels 2025 de l'inventaire national Andra)

b. Bilan des inventaires de déchets radioactifs à fin 2023

On compte plus d'un millier de détenteurs tous secteurs économiques confondus, dont une minorité détient la majorité des déchets radioactifs. 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 les colis primaires. Pour les déchets dont le conditionnement n'est pas mis en œuvre à ce jour, des hypothèses sont faites pour évaluer le volume équivalent conditionné.

Pour le cas particulier du projet de stockage en couche géologique profonde Cigéo, un conditionnement complémentaire, appelé colis de stockage, sera éventuellement nécessaire afin d'assurer notamment des fonctions de manutention ou de récupérabilité. Seul le volume des colis primaires est pris en compte dans le tableau ci-contre :

Le volume occupé par les déchets HA représente l'équivalent d'une piscine olympique. A titre de comparaison, le dernier bilan dressé en 2014 au titre de l'année 2012 portait à 11 millions de tonnes la production de déchets dits dangereux, dont la production

a tendance à fléchir depuis 2010, soit 3% du volume total des déchets générés en France en 2012. Le stock total de déchets radioactifs, produits à fin 2022 depuis l'origine du programme électronucléaire français, représente donc l'équivalent de la production de 4 mois de déchets dangereux.

Le bilan des volumes (m3) de déchets radioactifs présents sur les sites des producteurs ou stockés dans les centres de l'Andra à fin 2023 figurent ci-dessous :

Nota : DSF signifie déchets sans filière. Le centre de stockage des TFA de l'Andra (Cires) a vu sa capacité étendue à 950 000 m³ en 2025.

Catégorie	Total	Sur sites producteurs/détenteurs	Stockés dans les centres de l'Andra	Capacités des centres de stockages de l'Andra existants
HA	4 550	4 550	-*	-
MA-VL	34 800	34 800	-*	-
FA-VL	122 000	122 000	-*	-
FMA-VC	994 000	95 100	906 000	1 530 000
TFA	693 000	233 000	469 000	650 000
DSF	372	372	-*	-
Total	1 850 000	490 000	1 380 000	2 180 000
		26 %	75 %	

* Ces déchets ne sont actuellement pas stockés : le stockage des déchets HA et MA-VL est actuellement en projet (Cigéo). Le stockage des déchets FA-VL est à l'étude. Les déchets sans filière (DSF) sont destinés à intégrer une filière de gestion après éventuellement traitement ou caractérisation.

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.

Ainsi, plus des trois quarts des déchets radioactifs déjà produits sont définitivement stockés dans les centres de l'Andra : les déchets TFA au Cires (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage) et les déchets FMA-VC au CSM (Centre de stockage de la Manche, qui ne reçoit plus de déchets) et au CSA (Centre de stockage de l'Aube).

Annexe VIII. Les principes de la gestion des déchets radioactifs

La gestion des déchets radioactifs s'inscrit dans le cadre général relatif au traitement des déchets, défini par les chapitres I et II du titre IV du livre V du code de l'environnement.

Le principe de limitation de la production de déchets à la source reste le premier axe d'amélioration et constitue la mesure préalable de référence en matière de politique de gestion des déchets, qu'ils soient radioactifs ou non.

Comme pour les déchets conventionnels, après la prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets, **la mise en place de filières de valorisation doit être favorisée** avant d'envisager l'élimination, afin de limiter la charge de gestion destinée aux générations futures. Du fait des risques sanitaires que comporte l'utilisation des substances radioactives, elle fait l'objet d'un encadrement particulier.

Ainsi, l'article R. 1333-2 du code de la santé publique interdit, dans la fabrication des biens de consommation, de denrées alimentaires ou d'aliments pour animaux :

– tout ajout de radionucléides, en plus de ceux naturellement présents, y compris par activation ;

– tout usage de substances radioactives d'origine naturelle ;

– tout usage de substances provenant d'une activité nucléaire lorsque celles-ci sont contaminées, activées ou susceptibles de l'être par des radionucléides mis en œuvre ou produits par l'activité nucléaire.

Le même article interdit l'addition de radionucléides artificiels, y compris lorsqu'ils sont obtenus par activation, et de substances radioactives d'origine naturelle, dans les produits de construction.

L'article R. 1333-4 du code de la santé publique introduit toutefois la possibilité de dérogations, à l'exclusion de certaines catégories de biens ou de produits, sous réserve que ces dérogations soient justifiées par les avantages qu'elles procurent au regard des risques sanitaires qu'elles peuvent présenter.

D'autre part, depuis 2022, certains déchets de très faible activité (TFA) peuvent également bénéficier de dérogations, en vue de les recycler à des fins de réemploi. Suivant les orientations du Code de l'environnement, visant la réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs » (Art. L542-1-2, II, 1°), le Gouvernement a ainsi publié deux décrets et un arrêté (présentés au 1.2.3.) relatifs aux substances radioactives éligibles à des opérations de valorisation. Lorsque la valorisation des déchets n'est pas possible, ces derniers sont orientés vers une filière de gestion. Une filière de gestion des déchets radioactifs désigne l'ensemble des opérations réalisées sur les déchets radioactifs qui concourent, de leur production à leur stockage, à leur mise en sécurité définitive. Ces opérations comportent généralement une phase de conditionnement destinée à permettre l'entreposage puis le stockage des déchets.

Annexe IX. Le cadre législatif et réglementaire pour la gestion des matières et des déchets radioactifs

Cette partie expose le cadre général applicable à la gestion des matières et déchets radioactifs, tel qu'il découle des différentes lois que la France a adoptées à ce sujet, et des règlementations européennes qui s'imposent à l'ensemble des pays membres de l'Union européenne (UE), signataires du traité Euratom.

a. Un cadre national ayant servi de référence au cadre européen

La gestion des matières et des déchets radioactifs a été encadrée, en France, par trois lois successives :

-La loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, dite loi Bataille », a fourni un cadre juridique à la création de laboratoires souterrains pour les recherches sur le stockage géologique profond. Elle a conféré à l'**Andra** le statut d'établissement public industriel et commercial, indépendant des producteurs de déchets. Elle lui a en particulier confié des missions d'étude, de recherche et de développement (R&D) sur le stockage en couche géologique profonde.

-La loi de programme n° 2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs a en particulier institué l'élaboration, initialement tous les 3 ans, et depuis l'actuelle édition tous les 5 ans, du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR). Elle a fixé un calendrier pour les recherches sur les déchets de haute et de moyenne activité à vie longue (déchets dits HA et MA-VL).

-La loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016 précisant les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL a fixé les conditions de réversibilité* d'un stockage en couche géologique profonde. Ce stockage devra, d'une part, faire preuve d'adaptabilité vis-à-vis de potentielles évolutions de politique énergétique et, d'autre part, permettre la récupération des colis de déchets déjà stockés pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage » (article L. 542-10-1 du code de l'environnement).

Les principales dispositions de ces lois ont été codifiées au chapitre II du titre IV du livre V du code de l'environnement (articles L. 542-1 et suivants, articles L. 594-1 et suivants).

Les bonnes pratiques ainsi mises en place en France, notamment le PNGMDR, ont par ailleurs servi de référence lors de l'élaboration de la directive européenne 2011/70/Euratom du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs. L'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire a achevé sa transposition en droit français.

b. Le cadre européen et les directives Euratom

La **Directive européenne 2011/70/EURATOM du 19 juillet 2011** établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs » fixe, d'une part, des exigences en matière de sûreté et demande, d'autre part, la mise en place par chaque Etat membre d'une politique publique de gestion de ses déchets. Concernant la sûreté de gestion des déchets radioactifs et des combustibles usés, cette directive complète la **Directive 2009/71/Euratom** établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires (dite directive sûreté »). Elle prévoit à ce titre la mise en place d'un système d'autorisations pour les installations de gestion des déchets radioactifs et du combustible usé ; oblige les détenteurs d'autorisations à consacrer à la gestion des déchets des moyens financiers et humains suffisants ; et impose la mise en place d'une autorité de réglementation compétente dans le domaine de la gestion sûre des déchets radioactifs et du combustible usé.

La directive concerne également la politique de gestion que chaque Etat membre doit mettre en place : chacun doit élaborer et mettre en œuvre un programme national »

de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, à l'image du PNGMDR français qui a servi de référence à l'établissement du cadre européen. Ce programme doit être fondé sur un inventaire national et porter sur l'ensemble des déchets, depuis leur production jusqu'à leur gestion à long terme. Il doit également être périodiquement révisé et notifié à la Commission européenne. La directive réaffirme la responsabilité de chaque État dans la gestion de ses déchets radioactifs et encadre les possibilités d'exportation pour stockage de déchets radioactifs. Elle contient également des dispositions sur la transparence et la participation du public, sur les ressources financières pour la gestion des déchets radioactifs et combustibles usés, ainsi que sur la formation en ces domaines. Enfin, elle instaure des obligations d'autoévaluation et de revues régulières par les pairs, dont la première s'est tenue en France du 15 au 24 janvier 2018.

c. Les principes généraux

Les principes fondamentaux à l'origine des choix de gestion des matières et des déchets radioactifs ont été fixés par les lois de 1991 et de 2006 citées ci-avant.

La loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, dite loi Bataille », a établi le cadre général de la gestion des déchets radioactifs de haute activité et à vie longue. Elle a introduit les principes fondamentaux suivants :

➢ la gestion des déchets radioactifs de haute activité et à vie longue doit être assurée dans le respect de la protection de la nature, de l'environnement et de la santé, en prenant en considération les droits des générations futures ;

➢ le stockage en France de déchets radioactifs en provenance de l'étranger, ainsi que celui des déchets radioactifs issus du traitement de combustibles usés étrangers, est interdit.

Cette loi a également tracé les contours d'un programme de recherche en trois axes, à réaliser pendant quinze ans, sur la gestion des déchets à haute activité et à vie longue, qui a aujourd'hui rendu ses conclusions :

– Axe 1 : la recherche de solutions sur la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue présents dans les déchets de haute activité. La transmutation est une méthode qui vise à réduire la très longue durée de certains déchets radioactifs ;

○ **Les recherches ont permis de conclure que la faisabilité technologique de la séparation et de la transmutation n'était pas acquise**. Elle nécessiterait de développer de nouveaux procédés, comprenant de nombreux sauts technologiques. Même en cas de mise en œuvre de cette solution, l'élimination des déchets radioactifs HA et MA-VL ne serait pas totale, (les déchets vitrifiés actuellement conditionnés ne pourraient pas faire l'objet, par exemple, de ce type de traitement).

– Axe 2 : l'étude des possibilités de stockage réversible ou irréversible dans les formations géologiques profondes, notamment grâce à la réalisation de laboratoires souterrains ;

○ **Les recherches ont permis de conclure que les éléments relatifs à la faisabilité d'un stockage en couche géologique profonde indiquaient la forte probabilité de pouvoir démontrer la sûreté d'une installation de stockage dans l'argile** étudiée aux moyens du laboratoire de l'Andra implanté en Meuse/ Haute-Marne. L'ASNR avait ainsi indiqué, dans son avis du 1er février 2006 sur les recherches relatives à la gestion des déchets à haute activité et à vie longue (HA), que ***le stockage en formation géologique profonde [était] une solution de gestion définitive qui*** [apparaissait] ***incontournable***. »

– Axe 3 : l'étude de procédés de conditionnement et d'entreposage de longue durée en surface de ces déchets.

○ **Les recherches ont permis de conclure que l'entreposage de longue durée ne pouvait pas constituer une solution définitive** pour la gestion des déchets radioactifs de haute activité à vie longue car il supposait le report de la charge de ces déchets sur les générations futures, et le maintien d'une mémoire hypothétique sur des temps très long, notamment en cas de « ruptures de civilisation ».

La loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs a prolongé la démarche initiée dans le cadre de la loi de 1991. Les principes fondamentaux qu'elle a fixés sont les suivants :

➢ respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement : les matières et déchets radioactifs émettent des rayonnements dont la nature, les énergies et l'évolution dans le temps sont très variables, car dépendants des radionucléides qu'ils contiennent. Des solutions de gestion offrant une protection adaptée doivent être mises en œuvre pour limiter leur impact autant que possible ;

➢ responsabilité des générations actuelles pour prévenir et limiter les charges transmises aux générations futures : certaines matières et certains déchets radioactifs contiennent des éléments dont la période radioactive est très longue, comparable aux échelles de temps géologiques. Les solutions de gestion de ces déchets et matières doivent réduire autant que possible les contraintes que leur mise en œuvre pourrait impliquer pour les générations futures ;

➢ responsabilité de la gestion des déchets radioactifs et des combustibles usés incombant en premier lieu à leurs producteurs : les solutions de gestion sont financées par les producteurs de ces matières et déchets – c'est le principe « pollueur-payeur ».

➢ Ces différentes orientations, inscrites dans les articles L542-1 et suivants du code de l'environnement, conduisent à rechercher prioritairement des solutions de retraitement ou de recyclage, de nature à réduire la quantité et la nocivité des déchets radioactifs. Les différents travaux des éditions successives du PNGMDR ont ainsi conduit le gouvernement à publier en février 2022 deux décrets et un arrêté, relatifs à la valorisation des déchets faiblement radioactifs permettant de déroger au cas par cas à certaines dispositions du code de l'environnement et du code de la santé publique afin de recycler des déchets TFA métalliques à des fins de réemploi :

➢ le **décret n° 2022-174 du 14 février 2022** relatif à la mise en œuvre d'opérations de valorisation de substances faiblement radioactives ;

➢ e **décret n° 2022-175 du 14 février 2022** relatif aux substances radioactives éligibles aux opérations de valorisation mentionnées à l'article R. 1333-6-1 du code de la santé publique ;

➢ l'**arrêté du 14 février 2022** fixant le contenu du dossier prévu à l'article R. 1333-6-1 du code de la santé publique.

d. Un cadre réglementaire pour différentes catégories d'installations

La mise en pratique des principes généraux est encadrée par des décrets et des arrêtés[6] pris par le Gouvernement, pour chacune des différentes catégories d'installations ou d'activités concernées par la gestion des matières et des déchets radioactifs.

Trois catégories d'installations ou d'activités nucléaires civiles sont ainsi distinguées :

Les installations nucléaires de base (INB)

L'article L. 593-2 du code de l'environnement liste les différentes catégories d'installations nucléaires de base. Tous les réacteurs nucléaires constituent des INB. Pour les autres catégories d'installations, des critères définissant les installations qui relèvent du statut d'INB sont définis par le décret n° 2007-830 du 11 mai 2007 relatif à la nomenclature des installations nucléaires de base. Ces critères portent en particulier sur la quantité et la nature des radionucléides détenus dans les installations. L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR, présentée à Annexe XI) assure le contrôle de la sûreté et de la radioprotection des INB pour protéger les personnes et l'environnement. A titre d'exemple, les centrales nucléaires de production d'électricité sont des INB.

6 Par ailleurs, certaines installations nucléaires ont des activités intéressant la Défense Nationale et sont classées en tant qu'installations nucléaires de base secrètes (INBS). Elles sont alors régies par le code de la défense et l'autorité compétente en matière de sûreté est l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND, présentée dans la partie 1.4.1).

Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)
En deçà des critères des INB, et au-delà de certains seuils définis dans l'annexe 3 de l'article R. 511-9 du code de l'environnement, une installation mettant en œuvre des substances radioactives est réglementée au titre des ICPE. Selon la quantité et la nature des radionucléides détenus, les ICPE mettant en œuvre des substances radioactives doivent faire l'objet, avant leur mise en service, d'un récépissé de déclaration, d'un enregistrement ou d'une autorisation. Ces installations sont placées sous le contrôle des préfets. Les ICPE peuvent être très différentes, allant de l'élevage agricole d'une cinquantaine de bovins, jusqu'à la verrerie ou les fonderies, en passant par les usines, les ateliers, les chantiers, les stockages de déchets, les incinérateurs, les méthaniseurs, les éoliennes ou les carrières, etc. A titre d'exemple pour une ICPE radioactive, le centre de stockage des déchets TFA (CIRES) est une ICPE.

Les autres activités, relevant du code de la santé publique
Les activités mettant en œuvre des substances radioactives qui ne relèvent pas de la nomenclature des INB ou des ICPE, relèvent du code de la santé publique et sont placées sous le contrôle de l'ASNR. Ces activités ne concernent que de très faibles quantités de substances radioactives. Sont notamment concernées les activités médicales.

Par ailleurs, certaines installations nucléaires ont des activités intéressant la Défense nationale et sont classées en tant qu'installations nucléaires de base secrètes (INBS). Elles sont alors régies par le code de la défense et l'autorité compétente en matière de sûreté est l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND, présentée Annexe XI).

e. Un cadre réglementaire pour les opérations de transport

Les opérations de gestion des matières et des déchets radioactifs comportent des phases de transport, à l'intérieur du périmètre d'une installation nucléaire, ou entre deux installations distinctes.

Les opérations de transport de substances radioactives, quelles qu'elles soient, sont soumises à une réglementation internationale. Cette réglementation vise à protéger le public, les travailleurs et l'environnement des risques que ces transports peuvent présenter. C'est l'ASNR qui est chargée du contrôle de la sûreté et de la radioprotection des transports de substances radioactives en France.

Annexe X. Le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR)

Le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) a été institué par la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006. Cette loi a fixé trois grandes orientations que le PNGMDR doit suivre :

➢ La réduction en quantité et en nocivité des déchets radioactifs doit être recherchée par le retraitement des combustibles usés, ainsi que le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs ;

➢ Les matières radioactives en attente de traitement et les déchets radioactifs ultimes en attente d'un stockage sont entreposés dans des installations spécialement aménagées à cet usage ;

➢ Après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant, pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection, être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde.

Le PNGMDR doit également tenir compte des orientations de politique énergétique du moment auquel il est rédigé. Une plus grande cohérence entre le Plan et les orientations de politique énergétique a notamment été recherchée par le passage de 3 à 5 ans de la durée de validité du PNGMDR. Ce segment a également fait l'objet d'actions spécifiques dans le cadre du Plan 2022-2026. Les analyses prospectives sur lesquelles le plan s'appuie sont donc élaborées dans le cadre d'une politique énergétique bien définie. Le PNGMDR a été publié pour la première fois en 2007, puis a fait l'objet de quatre nouvelles éditions en 2010, 2013, 2016, et 2022.

Le PNGMDR, en tant qu'**outil de pilotage de la gestion des matières et déchets radioactifs**, permet d'orienter les études et réalisations, d'identifier les écarts éventuels et de demander les mesures correctives nécessaires à une gestion efficiente des matières et déchets radioactifs. Il émet des recommandations, qui sont ensuite transcrites dans la réglementation par un décret, complété par un arrêté pour les prescriptions relatives aux études à réaliser.

Conformément à l'**article L. 542-1-2 du code de l'environnement**, le PNGMDR est transmis au Parlement, qui en saisit l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) pour évaluation et il est rendu public. Une synthèse du Plan destiné au grand public est aussi publiée. Depuis 2024, dans le cadre des travaux de l'actuel PNGMDR, les Plans successifs disposent d'un outil numérique dédié (**le site internet « PNGMDR »**), où sont publiés l'ensemble des études et travaux relatifs aux Plans.

a. Objectifs et données d'entrée du PNGMDR

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement prévoit l'adoption tous les cinq ans d'un Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) et en définit les objectifs :

➢ dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues ;

➢ recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;

➢ fixer les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances, en tenant compte des priorités qu'il définit ;

➢ déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif ;

➢ organiser la mise en œuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes.

Le même article précise que le PNGMDR

comporte, en annexe, une synthèse des réalisations et des recherches conduites dans les pays étrangers.

Afin d'être robustes, les solutions de gestion des matières et des déchets radioactifs envisagées dans les éditions successives du PNGMDR doivent s'appuyer sur des données techniques fiables et objectivées. Ces données se fondent sur l'**Inventaire national des matières et déchets radioactifs**[7]

Cet inventaire, élaboré, mis à jour et publié tous les cinq ans par l'Andra, en application de l'article L. 542-12 du code de l'environnement, est fondé sur les quantités déclarées par les producteurs et détenteurs de matières radioactives. Il fait également l'objet d'une publication annuelle sous la forme des Essentiels de l'Inventaire national au sein de laquelle les données sont mises à jour.

La réalisation de cet inventaire poursuit plusieurs objectifs :

- recenser les matières et déchets radioactifs sur le territoire français, y compris les déchets étrangers destinés à retourner chez les clients étrangers, auprès de chaque producteur ou détenteur. L'Andra accomplit ce travail de recensement depuis 1992. Initialement effectué sur le fondement des déclarations volontaires des producteurs et des détenteurs, ce travail est réalisé depuis 2008 dans le cadre réglementaire susmentionné ;

- établir une vue synthétique des matières et des déchets radioactifs existants et à venir selon divers scénarios contrastés avec, pour certains d'entre eux, des photographies des stocks à différentes échéances ainsi qu'à terminaison, c'est-à-dire à l'issue du démantèlement des installations nucléaires du parc actuel.

La rédaction du PNGMDR 2022-2025 s'est ainsi appuyée sur l'édition 2018 de l'Inventaire national, qui détaillait les quantités de matières et déchets radioactifs entreposés ou stockés à fin 2016, leur localisation et leur répartition par catégorie et secteur économique.

La dernière édition de l'Inventaire national, qui date de 2023, servira de fondements aux travaux de rédaction du prochain PNGMDR, qui prendra également en compte les mises à jour annuelles publiées sous la forme des *Essentiels*.

La dernière parution, ***Les Essentiels 2025***, a mis à jour les données des stocks de matières et de déchets radioactifs présents en France au 31 décembre 2023, leurs localisations ainsi que leurs filières de gestion (stockage ou entreposage).

b. Le PNGMDR 2007-2009

Le premier plan (PNGMDR 2007-2009) dressait un état des lieux des travaux menés selon les trois axes d'études établis par la loi du 30 décembre 1991 pour la gestion des déchets à haute activité et des déchets à vie longue.

S'agissant du stockage géologique profond, le plan confirmait l'intérêt de la couche d'argile du site de Meuse-Haute-Marne, couche présentant des propriétés physiques et géologiques favorables au confinement des radionucléides et notait que les études menées sur le comportement des colis de déchets HA et MA-VL apportaient des garanties sur leur bonne tenue à très long terme. Il rappelait par ailleurs le consensus international sur le fait que le stockage géologique constituait une solution de référence pour une gestion sûre et pérenne. Il proposait la mise en œuvre d'un programme d'ingénierie pour définir la conception et le fonctionnement d'une installation de stockage en couche géologique profonde et la définition de l'inventaire des déchets qui y seraient stockés.

Le plan 2007–2009 notait que les études sur la séparation poussée », permettant d'éliminer des déchets issus des combustibles usés les radionucléides les plus lourds » de durée de vie longue (autre que l'uranium et le plutonium), et celles sur les potentialités des réacteurs de 4ème génération pour transmuter » ces éléments étaient encore au stade de la recherche. Il préconisait l'élargissement des recherches à d'autres technologies que les réacteurs de 4ème génération pour la transmutation. L'édition suivante du PNGMDR (2010-2012) dressait ainsi un état des lieux des programmes de recherche concernant la transmutation, en parallèle des

7 Toutes les données sont disponibles sur le site Internet dédié inventaire.andra.fr et les stocks de déchets radioactifs sont aussi mis à disposition du public sur le site Internet dédié data.gouv.fr.

travaux menés en lien avec les programmes de réacteurs de 4ème génération.

S'agissant de l'entreposage de longue durée, le plan constatait qu'il ne pouvait constituer une solution satisfaisante pour le traitement des déchets à vie longue, du fait des contraintes qu'il fait peser sur les générations futures. Il recommandait la réalisation d'une évaluation des besoins d'entreposage en fonction des différents scénarios de stockage envisagés et la poursuite des travaux visant à améliorer le conditionnement des déchets anciens (ces travaux étant de la responsabilité des producteurs de déchets).

L'inventaire national des matières et déchets radioactifs établi en 2009 par l'Andra fournissait ainsi une première évaluation des besoins d'entreposage pour les colis de déchets HA et MA-VL sur leurs sites de production avant la date prévisionnelle de mise en exploitation du stockage en couche géologique profonde. Cette évaluation montrait que les installations d'entreposage sur les sites de production devraient permettre, sous réserve de la réalisation des extensions nécessaires, de répondre, en termes de capacités et de durées, aux besoins qui étaient prévus jusqu'à la mise en exploitation du stockage en couche géologique profonde. Par ailleurs, afin d'assurer la cohérence de l'ensemble des études sur le comportement à long terme des colis de déchets HA et MA-VL, des structures de pilotage communes CEA, EDF, Areva (devenue Orano), Andra ont été mises en place.

La première édition du plan abordait également la question des déchets de faible activité et à vie longue, pour lesquels il a été demandé à l'Andra d'étudier le concept du stockage à faible profondeur et d'analyser les sites susceptibles de recevoir un tel stockage. Fin 2008, l'Andra a remis deux études au Gouvernement : une étude sur la recherche des sites de stockage pour les déchets FA-VL et une étude de la possibilité de stocker d'autres types de déchets FA-VL avec les déchets de graphite et radifères.

Le plan identifiait enfin plusieurs actions particulières relatives à certaines catégories de déchets et matières radioactives (sources radioactives scellées utilisées notamment dans le domaine médical dont la durée d'utilisation est échue, entreposage des déchets contenant du tritium, résidus miniers), destinées à en définir ou à en améliorer les conditions de gestion. Il dressait en particulier un état des lieux de la gestion des résidus miniers. Ces déchets présentent de faibles activités mais néanmoins des risques liés au dégagement de radon. Le plan demandait donc aux exploitants des installations de stockage de ces résidus de remettre une étude de l'impact à long terme sur la santé et l'environnement de ces stockages, assortie d'éventuelles mesures de renforcement des dispositions de prévention des risques d'exposition du public. Orano a remis une étude sur l'impact à long terme sur la santé et l'environnement des stockages de résidus miniers d'uranium, une étude sur l'évaluation de la tenue des digues, une étude sur la caractérisation des résidus ainsi que les préconisations associées à ces études.

c. Les éditions 2010-2012 et 2013-2015 du PNGMDR

Les éditions 2010-2012 puis 2013-2015 du PNGMDR ont poursuivi les travaux engagés sur les projets de stockage et sur le conditionnement des déchets anciens. Elles ont également lancé des plans d'action dans de nouveaux domaines : programmation de la reprise de déchets de certains anciens entreposages, étude de l'impact de la réutilisation historique des stériles miniers, développement de schémas industriels globaux de gestion des matières et déchets radioactifs.

Ces plans ont recommandé la réalisation d'études complémentaires permettant d'affiner les modalités pratiques de mise en œuvre d'un centre de stockage en couche géologique profonde, notamment par l'évaluation des besoins d'entreposage des producteurs de déchets tenant compte du calendrier de mise en exploitation envisageable du projet Cigéo. L'Andra a ainsi initié en 2011 la phase de conception industrielle du projet Cigéo de stockage en couché géologique profonde, avec pour objectif de remettre un dossier de demande d'autorisation de création (DAC) dont l'instruction technique serait conduite par l'ASNR. Un dossier d'options de sûreté a été remis par l'Andra à l'ASNR en avril 2016, dossier sur lequel l'ASNR a rendu un avis en janvier 2018.

Les plans prévoyaient également la consolidation des travaux sur le concept de

stockage en faible profondeur des déchets de faible activité et à vie longue, en précisant notamment le périmètre des déchets qui pourraient y être stockés :

➢ déchets radifères, issus des activités industrielles de Rhodia et d'Orano, des activités de recherche du CEA ou issus des opérations d'assainissement des sols pollués au radium ;

➢ déchets de graphite dont la plus grande partie sera produite par le démantèlement des réacteurs de la filière uranium naturel graphite gaz (UNGG) ;

➢ fûts d'enrobés bitumés entreposés au centre CEA de Marcoule et à La Hague.

Sur la période 2013-2015, les producteurs ont établi une liste de déchets à étudier pour un stockage à faible profondeur sur le site étudié. Ils ont mené des travaux complémentaires de caractérisation afin d'en améliorer la connaissance. L'Andra, EDF et le CEA ont également initié des travaux de R&D pour évaluer le comportement des déchets en situation de stockage dans des milieux cimentaires et argileux.

S'agissant des déchets de faible et moyenne activité à vie courte, les plans ont encadré les actions à mener pour favoriser le maintien de la mémoire du centre de stockage de la Manche (CSM), ainsi que l'évaluation prévisionnelle de l'inventaire radiologique du centre de stockage de l'Aube (CSA), au regard de sa capacité autorisée. La mise à jour par l'Andra de l'inventaire national a permis de conclure que les installations existantes ne seraient pas en capacité de recevoir l'ensemble des déchets produits par le fonctionnement et le démantèlement des installations actuelles.

Ces deux Plans ont également recommandé l'élargissement des recherches sur les solutions de gestion globale des déchets TFA, en prenant notamment en considération les opérations de démantèlement des installations nucléaires de base à venir, qui seront productrices d'importants volumes de ce type de déchets. Un schéma industriel global de la filière de gestion des déchets TFA, présentant plusieurs pistes complémentaires d'optimisation pouvant être mis en œuvre, a été présenté lors de l'édition 2013-2015 du PNGMDR.

Les plans ont introduit des axes d'étude concernant le potentiel de valorisation des substances dont les propriétés permettent d'envisager une utilisation dans de futures générations de réacteurs nucléaires.

En matière de gestion des résidus de traitement minier et des stériles miniers, les études engagées sur l'évaluation à long terme des risques d'exposition des populations, dont les premières conclusions permettaient d'acquérir les bases nécessaires à l'évaluation de la stabilité des digues de rétention des sites de stockage et d'améliorer les connaissances relatives à la modélisation des impacts du radon, ont été poursuivies conformément aux recommandations des plans.

Enfin, les plans 2010-2012 et 2013-2015 ont permis de lancer des travaux d'inventaire des déchets radioactifs alors sans filière d'élimination identifiée et de définir les orientations à retenir en priorité pour trouver des solutions de gestion.

d. Le PNGMDR 2016-2018

La quatrième édition du PNGMDR est la première à avoir fait l'objet d'un processus d'évaluation de ses effets sur l'environnement et qui a été, à ce titre, soumise à l'avis de l'Autorité environnementale avant d'être portée à la consultation du public. L'édition 2016-2018 du PNGMDR s'est appliquée en pratique jusqu'en 2022 et a poursuivi le travail engagé par les précédents PNGMDR en renforçant notamment l'approche par filière de gestion, en recommandant la constitution ou la mise à jour de schémas industriels globaux associés et en insistant sur la nécessité de consolider les prévisions concernant la production des déchets radioactifs.

Pour les matières radioactives, les travaux menés dans le cadre de la quatrième édition du PNGMDR ont permis de renforcer l'analyse des impacts liés à une requalification éventuelle en tant que déchets de certaines matières (demandes sur la faisabilité et les coûts associés au stockage de l'uranium appauvri [Uapp], de l'uranium de retraitement [URT] et des substances thorifères, ainsi que des combustibles usés), d'approfondir les stratégies d'utilisation des matières (gestion de l'URT, enjeux du multirecyclage) mais également d'initier une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux et sanitaires liés à

la gestion des matières (étude comparée des impacts environnementaux des stratégies de « cycle » et caractérisation de la nocivité des matières et déchets).

Les travaux ont également indiqué la nécessité de disposer de capacités d'entreposage des combustibles usés supplémentaires à horizon 2030. En ce qui concerne plus particulièrement les déchets de très faible activité (TFA), le PNGMDR 2016-2018 a permis l'approfondissement des pistes de valorisation (gravats concassés, déchets métalliques) et de traitement des déchets TFA (incinération, densification). En particulier, EDF et Orano ont présenté les options techniques et de sûreté d'une installation de traitement de leurs grands lots homogènes de matériaux métalliques TFA. Le procédé alors envisagé consistait en une fusion de ces matériaux à des fins de valorisation.

En outre, cette édition a mis en évidence la nécessité d'anticiper les besoins de stockage à court terme, ce qui s'est traduit par une demande d'augmentation de la capacité autorisée du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires*, situé dans l'Aube) au moins six ans avant la saturation de cette installation alors prévue à l'horizon 2028. Des travaux sur des capacités de stockage supplémentaires centralisées et décentralisées ont également été menés.

S'agissant de la gestion des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), le PNGMDR 2016-2018 n'a pas permis de progresser pleinement sur la définition de solutions de stockage de ces déchets ni de figer le périmètre des déchets FA-VL éligibles à un stockage sur le site de la communauté de commune de Vendeuvre-Soulaines ayant fait l'objet d'études techniques, compte tenu de l'hétérogénéité de cette catégorie de déchets. Le PNGMDR* a néanmoins permis de définir quatre grandes familles : les déchets radifères et uranifères, les déchets de graphite, les déchets bitumés et les « autres déchets ». Le plan a permis, par ailleurs, de retenir un principe de développement incrémental du stockage qui permet de séquencer dans le temps la conception de différents modules adaptés à chaque typologie de déchets.

Pour les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL), le PNGMDR 2016-2018 a montré que des travaux importants restaient à réaliser par les propriétaires de déchets en ce qui concerne le conditionnement des déchets MA-VL. Les travaux ont également montré que les dates de saturation des entreposages existants et les besoins futurs en entreposage des déchets HA et MA-VL pour les 20 prochaines années avaient été globalement bien identifiés par les producteurs de déchets. Par ailleurs, les travaux du PNGMDR ont permis de préciser le calendrier de développement du projet Cigéo autour de grands jalons successifs, au sein desquels la phase industrielle pilote (PhiPil*), amenée à jouer un rôle central étant éventuellement considérée comme un premier jalon en matière de réversibilité.

Le PNGMDR 2016-2018 a également ouvert de nouveaux axes de travail avec les études menées sur la nocivité à long terme des déchets radioactifs (https://dechets-radioactifs.ecologie.gouv.fr/le-pngmdr-2016-2018-75).

e. Le contenu du PNGMDR 2022-2026

Le PNGMDR 2022-2026 a fait l'objet d'un renouvellement de format afin de le rendre plus accessible au public et aux parties prenantes. Il a pris, pour sa cinquième édition, la forme d'un document d'environ 110 pages, structuré autour de différents axes stratégiques définissant différentes thématiques (gouvernance, politique énergétique, matières radioactives, combustibles, catégories de déchets, enjeux transverses).

Cette édition est issue d'un processus d'élaboration associant étroitement le public et les parties prenantes. Il tient compte des conclusions d'un débat public organisé par la Commission nationale du débat public (CNDP) entre le 17 avril et le 25 septembre 2019, puis d'une concertation publique qui s'est déroulée entre septembre 2020 et avril 2021. Le ministère chargé de l'énergie s'est également adjoint un comité indépendant de parties prenantes comprenant des organismes publics experts, des industriels, des associations et des représentants des élus. Comme pour sa précédente édition, le PNGMDR a fait l'objet d'une évaluation environnementale stratégique, d'un avis de l'autorité environnementale et d'une consultation du public. Il a enfin fait l'objet d'un avis de

l'ASNR. Enfin, à la date de sa publication, le PNGMDR a été transmis au Parlement, qui en a saisi l'OPECST pour évaluation.

La cinquième édition du PNGMDR, enrichie à l'issue des différentes phases d'association du public et des parties prenantes, prolonge, approfondit et renforce les travaux conduits en application des quatre éditions précédentes. Elle insiste en particulier sur la poursuite de la mise en place de filières de gestion pour les déchets n'en disposant pas encore (déchets FA-VL, MA-VL et HA notamment), ainsi que sur l'optimisation des filières existantes, en particulier celle des déchets de très faible activité, qui devra gérer des déchets issus du démantèlement des installations nucléaires. Le détail des priorités du plan a été explicité au point 1.4 de l'actuel PNGMDR, disponible en ligne.

Au-delà de cette continuité thématique, un volet du plan est dédié, de façon inédite, aux enjeux transversaux s'agissant de la gestion des substances radioactives, qu'ils soient sanitaires, environnementaux, mais également économiques, éthiques ou relatifs aux transports et aux territoires. Le PNGMDR suit en cela les recommandations de l'Autorité environnementale et répond par là-même à une attente forte de la société civile, exprimée lors du débat public afférent à ce Plan. La cinquième édition du PNGMDR a ainsi ouvert un programme de travail ambitieux avec des travaux destinés à approfondir l'association des parties prenantes et du public afin de maintenir la dynamique de participation instaurée par le débat public.

La majeure partie des prescriptions du plan, qui s'appliquent aux acteurs de la filière nucléaire, sont inscrites dans la règlementation au moyen d'un décret n° 2022-1547 du 9 décembre 2022 et d'un arrêté publiés au Journal officiel de la République française.

La liste complète des actions du PNGMDR 2022-2026 est présentée ci-après.

Liste des actions du PNGMDR 2022-2026		
Pour une gouvernance rénovée	GOUV.01	Formaliser la participation des parties prenantes à l'élaboration du PNGMDR
	GOUV.02	Elargir la gouvernance du PNGMDR aux représentants de la société civile et aux élus
	GOUV.03	Associer en continu le public à l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi du plan
	GOUV.04	Faciliter l'accès du public aux informations liées à la gestion des matières et des déchets radioactifs par la mise en place d'une plateforme internet dédiée
	GOUV.05	Définir les modalités d'évaluation décennale du dispositif de gestion des matières et des déchets radioactifs
Renforcement de l'articulation entre la politique énergétique et le PNGMDR	POL.01	Eclairer les choix de la politique énergétique en explicitant les enjeux qu'ils posent pour la gestion des matières et des déchets radioactifs
	POL.02	Définir les scénarios dimensionnants
	POL.03	Evaluer les capacités du système actuel à gérer correctement des situations de crise
	POL.04	Anticiper les besoins en capacités d'entreposage et de stockage et améliorer la vision d'ensemble des choix à effectuer
	POL.05	Améliorer la lisibilité des informations relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs
Matières radioactives : l'enjeu de la valoirsation et de l'anticipation d'une requalification en déchets	MAT.01	Elaborer des plans de valorisation des matières radioactives
	MAT.02	Soutenir la recherche pour la valoirsation des matières radioactives
	MAT.03	Poursuivre l'étude des enjeux de gestion des matières en cas de requalification comme déchets
L'entreposage des combustibles usés : répondre aux besoins de nouvelles capacités	ENT.01	Affiner les perspectives de saturationdes capacités d'entreposage existantes
	ENT.02	Elaboration de stratégies d'entreposages
	ENT.03	Identifier les combustibles usés pouvant faire l'objet d'un entreposage à sec
	ENT.04	Etudier la faisabilité d'une installation d'entreposage à sec pour les combustibles usés d'EDF
	ENT.05	Garantir la mise à disposition d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisé dans les meilleurs délais
Gestion des déchets de très faible activité	TFA.01	Demander l'extension des capacités de stockage du Cires
	TFA.02	Anticiper la création d'un nouveau centre de stockage pour les déchets TFA
	TFA.03	Poursuivre les études de faisabilité de solutions de stockage décentralisées des déchets TFA
	TFA.04	Définir les scénarios de gestion des déchets TFA et évaluer leurs avantages et inconvénients
	TFA.05	Mettre à jour la stratégie industrielle de gestion des déchets TFA
	TFA.06	Modifier le cadre réglemmentaire applicable à la gestion des déchets TFA
	TFA.07	Définir les modalités de recyclage et de valorisation de matériaux métalliques TFA
	TFA.08	Assurer un retour d'expérience des dérogations et des process industriels permettant le recyclage de métaux TFA
	TFA.09	Poursuivre les études visant à la valorisation de déchets TFA autres que métalliques et à l'optimisation de la gestion de ces déchets
	TFA.10	Assurer une veille scientifique sur les effets sanitaires attribuables aux très faibles doses
	TFA.11	Identifier les incertitudes associées aux perspectives de production des déchets TFA
Gestion des déchets de faible activité à vie longue	FAVL.01	Fiabiliser les inventaires et les caractéristiques des déchets FA-VL et préciser les échéances de satruation des capacités d'entreposage de ces déchets
	FAVL.02	Définir des scénarios de gestion des déchets FA-VL et évaluer leurs avantages et inconvénients
	FAVL.03	Mettre à jour la stratégie de gestion des déchets FA-VL
	FAVL.04	Déposer un dossier présentant les options techniques et de sûreté retenues pour un stockage sur le site de la communaute de communes de Vendeuvre-Soulaine
	FAVL.05	Poursuivre, en associant les territoires impliquées ou susceptibles de l'être, les études d'une installation de stockage des RTCU de faible activité à vie longue
Gestion des déchets de haute activité et moyenne activité à vie longue	HAMAVL.01	Permettre une meilleure association du public aux décisions portant sur la gestion des déchets HA/MA-VL
	HAMAVL.02	Confirmer les jalons structurants de la gestion des déchets HA/MA-VL et prévoir un processus de définition et de consultation pour les jalons ultérieurs
	HAMAVL.03	Définir les modalités de gouvernance du projet de centre de stockage Cigéo et d'association du public à son déploiement
	HAMAVL.04	Permettre à la société de participer au déploiement du projet de centre de stockage Cigéo
	HAMAVL.05	Préciser les modalités d'application de la réversibilité du projet Cigéo, en particulier la récupérabilité des colis
	HAMAVL.06	Définir les principaux objectifs, critères de réussite et points d'attention de la phase industriel pilote de Cigéo
	HAMAVL.07	Mettre en place un cadre adapté à la poursuite des recherches autour des alternatives au stockage en couches géologique profonde
	HAMAVL.08	Informer le public sur les mises à jour de l'évaluation des coûts du projet Cigéo, la méthode d'évaluation de ces coûts et la chronique des dépenses prévues sur les dix prochaines années
	HAMAVL.09	Poursuivre le conditionnement des déchets MA-VL produits avant 2015
	HAMAVL.10	Poursuivre les travaux nécessaires à la mise en œuvre du projet Cigéo
Gestion de catégories particulières de déchets	DECPAR.01	Poursuivre les études relatives à l'impact environnemental et sanitaire à long terme de la gestion des anciennes mines d'uranium
	DECPAR.02	Préciser les programmes de surveillance adaptés à chaque stockage historique et communiquer leurs résultats
	DECPAR.03	Définir une stratégie de long terme pour la gestion des stockages historiques
	DECPAR.04	Poursuivre les travaux de définition et de mise en œuvre des déchets ne faisant pas encore l'objet de filière de gestion
	DECPAR.05	Renforcer l'information de la commission de gouvernance du PNGMDR sur les travaux menés autour des déchets issus d'un accident nucléaire
Enjeux transverses	CHAP.01	Développer une méthode d'analyse multicritères des options de gestion possibles et la déployer dans un cadre "multi-acteurs"
	ENV.01	Elaborer une méthode d'évaluation environnementale des scéanrios de gestion des matières et des déchets radioactifs et l'appliquer à plusieurs filières de gestion
	ENV.02	Poursuivre les travaux sur la nocivité des matières et déchets raioactifs
	ENV.03	Renforcer la prise en compte des enjeux environnementaux et sanitaires lors de l'implatation d'un site de gestion de matières ou de déchets radioactifs et l'information des riverains
	ENV.04	Mettre en place un suivi du bilan environnemental du PNGMDR
	TR.01	Améliorer la mise à disposition du public des informations relatives à la sûreté et à la sécurité des transports de colis de déchets radioactifs
	TR.02	Elaborer une carte intéractive des transports des matières et déchets radioactifs
	ECO.01	Présenter le mécanisme de financement de la gestion des matières et déchets radioactifs
	ECO.02	Actualiser les coûts de gestion des matières et des déchets radioactifs
	ETHIQUE.01	Mettre en lumière les questions éthiques dans la gouvernance des matières et des déchets radioactfis
	ETHIQUE.02	Mettre en œuvre un exercice d'appréciation philosophique et éthique des questions que pose la gestion des matières et des déchets radioactifs
	TERRITOIRES.01	Identifer les projets et installations pour lesquels plusieurs options de localisation peuvent être envisagées
	TERRITOIRES.02	Proposer un cadrage pour définir les options de localisation pour les projets concernés
	TERRITOIRES.03	Conduire, pour les projets pour lesquels plusieurs options de localisation sont envisageables, une démarche de choix des sites en mobilisant une analyse multicritères
	TERRITOIRES.04	Elaborer un cadre de dialogue et d'engagement des porteurs de projets et de l'Etat vis-à-vis des territoires
	TERRITOIRES.05	Examiner l'opportuinité de mettre en place un cadre juridique ad hoc pour traduire une forme de reconnaissance nationale envers les projets bénéficiant d'un choix limité de localisation

f. Une élaboration soumise à des exigences renforcées de transparence et de concertation du public

Le code de l'environnement consacre, en ses articles L. 124-1 et suivants, le droit de toute personne à accéder aux informations relatives à l'environnement détenues, reçues ou établies par les autorités publiques. Renforcée par la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006, la transparence en matière nucléaire est un point cardinal de la politique nucléaire française, auquel le PNGMDR attache une importance toute particulière, notamment dans son édition 2022-2026, qui s'est penchée sur de nombreux enjeux en la matière.

Le droit à l'information en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection concerne notamment l'information du public sur les événements survenus dans les installations nucléaires ou lors de transports de substances radioactives, sur les rejets, normaux ou accidentels, des installations nucléaires, et l'information des travailleurs ou des patients sur leur exposition radiologique individuelle.

L'ensemble des informations détenues sont donc accessibles au public à l'exception de celles remettant en cause le secret des affaires, ou pouvant présenter des risques en matière de sécurité publique.

Enfin, la transparence sur les activités relevant de l'activité nucléaire est également une prescription du Traité européen Euratom et de son droit dérivé, qui encadre la radioprotection et la sûreté nucléaire. L'article 37 du traité stipule ainsi que chaque État membre est tenu de communiquer à la Commission européenne les données générales de tout projet de rejet d'effluents radioactifs sous n'importe quelles formes, permettant de déterminer si la mise en œuvre de ce projet est susceptible d'entraîner une contamination radioactive des eaux, du sol ou de l'espace aérien d'un autre État membre.

La loi prévoit également des dispositifs particuliers en matière de consultation du public. Le cadre juridique de la participation du public est défini dans le code de l'environnement, qui énonce les objectifs poursuivis et les droits conférés au public en matière d'information et de participation :

- ➢ amélioration de la qualité de la décision publique et contribution à sa légitimité démocratique ;
- ➢ préservation d'un environnement sain pour les générations actuelles et futures ;
- ➢ sensibilisation et éducation du public à la protection de l'environnement ;
- ➢ amélioration et diversification de l'information environnementale.

Ces dispositions d'ordre général s'appliquent aux projets nucléaires, et notamment au PNGMDR qui, en tant que plan gouvernemental, est également soumis à des procédures particulières de consultation du public. La participation du public aux processus d'élaboration des projets, plans et programmes susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement est en effet précisée par le code de l'environnement, qui confie à la Commission nationale du débat public (CNDP) la responsabilité de l'organisation soit d'un débat public, soit d'une concertation préalable afin d'associer le public à ces projets, plans et programmes gouvernementaux.

g. Une gouvernance renouvelée pour l'élaboration et le suivi du PNGMDR

Historiquement, et depuis la mise en place du PNGMDR en 2007, les travaux d'élaboration et de suivi ont été réalisés en lien avec un groupe de travail pluraliste (le GT PNGMDR), sous le pilotage du ministère chargé de l'énergie et de l'ASNR, associant les producteurs et gestionnaires de déchets, les autorités de contrôle, les autorités d'évaluation, et des associations issues de la société civile.

Ce type d'association en continu des parties prenantes a permis d'instaurer un espace de dialogue privilégié comme l'a souligné la revue menée en 2018 par l'AIEA. Sur la gouvernance, cette revue a notamment indiqué que *la préparation, la mise en œuvre et le suivi du plan sont bien organisés et les principaux intervenants sont engagés dans le plan* » ; *la participation publique est organisée de manière exemplaire aux niveaux local et national* ». La revue notait également une *amélioration continue du plan* » au fil de ses éditions.

Par suite du débat public réalisé pour le PNGMDR 2022-2026, il a été décidé de renforcer la gouvernance de la gestion des matières et des déchets radioactifs en instaurant également un organe spécifique, la « Commission orientations », en complément

du GT PNGMDR historiquement établi. Cette commission, destinée à éclairer le maître d'ouvrage du PNGMDR et placée sous la présidence d'une personnalité qualifiée indépendante, a accompagné l'élaboration du PNGMDR 2022-2026.

Afin de ne pas multiplier les instances et de conserver une cohérence dans la nouvelle gouvernance mise en place, celle-ci s'incarne désormais au travers d'une unique commission de gouvernance » du PNGMDR. Cette nouvelle instance se réunit selon deux formats, mais sous des présidences différentes, en fonction de la nature des questions traitées et de leur temporalité[8] :

– Un format stratégique », présidé par une personnalité qualifiée indépendante, qui a vocation notamment à éclairer le maître d'ouvrage sur les enjeux stratégiques du PNGMDR, dans les conditions qu'il prévoit ou sur sollicitation du ministère, notamment en appui de l'élaboration de ses éditions successives (Commission orientations – CO PNGMDR).

✦ La commission Orientations » a pour mission d'émettre des avis et des recommandations pour la définition des orientations de chaque nouvelle édition du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR). Elle se fonde pour ce faire sur les contributions issues des différentes actions du PNGMDR ou apportées par le ministère chargé de l'énergie, ainsi que sur toutes les sources documentaires utiles, notamment les contributions volontaires de ses membres. La commission Orientations » a également pour mission d'émettre des avis sur les principaux enjeux du PNGMDR au cours de sa mise en œuvre, sur la base notamment des livrables des différentes actions du PNGMDR. La commission Orientations » se réunit à un rythme semestriel durant la mise en œuvre du PNGMDR, et au besoin sur sollicitation de son président.

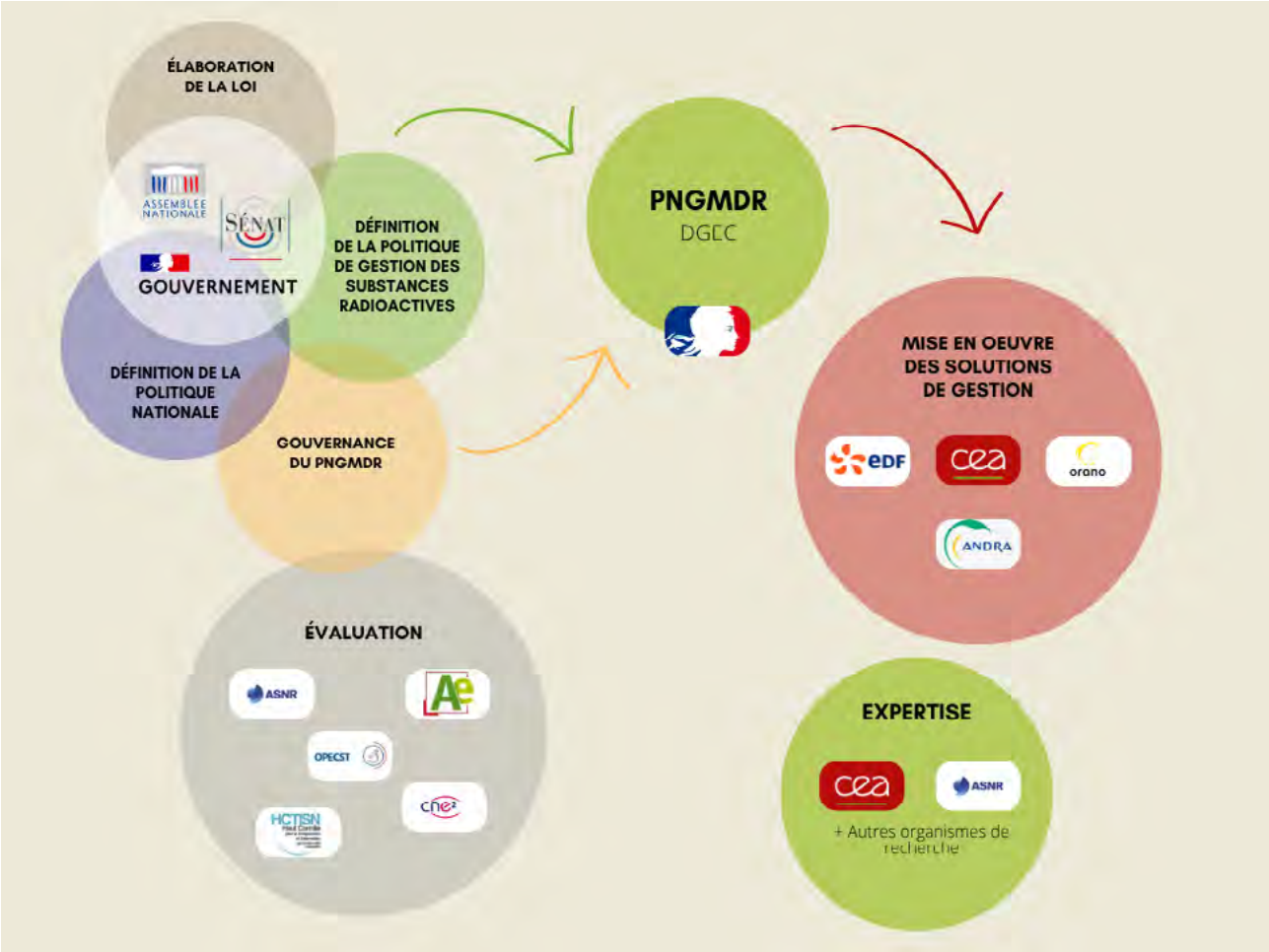
– Un format opérationnel », coprésidé par le ministère chargé de l'énergie et l'ASNR, qui est chargé du suivi de la mise en œuvre du PNGMDR (Commission technique – CT PNGMDR).

✦ La commission technique a pour mission de suivre la mise en œuvre des travaux prescrits par le PNGMDR. Elle s'exprime dans ce cadre sur les aspects techniques des travaux, sur la base des livrables remis au titre des prescriptions du PNGMDR, ainsi que des présentations effectuées par les entités responsables de les produire. La commission technique s'exprime sur ces travaux et peut ainsi demander des compléments aux études remises.

8 https://dechets-radioactifs.ecologie.gouv.fr/commission-de-gouvernance-80

Annexe XI. Les acteurs du PNGMDR

De nombreux acteurs sont impliqués dans la définition du PNGMDR, son évaluation, et dans la mise en œuvre des solutions de gestion des matières et des déchets radioactifs.



a. Les exploitants et responsables d'activités nucléaires, producteurs ou détenteurs de substances radioactives

Les exploitants et responsables d'activités nucléaires, producteurs ou détenteurs de substances radioactives sont les premiers responsables de la sûreté et de la radioprotection dans la gestion des matières et des déchets radioactifs qu'ils produisent. Parmi eux figurent les principaux industriels électronucléaires : EDF, Orano, Framatome et le CEA.

EDF est le premier producteur et fournisseur d'électricité français. Il exploite les réacteurs nucléaires producteurs d'électricité, mais également des installations supports (laboratoires, magasins de combustible neufs), et des réacteurs d'anciennes générations en démantèlement.

Orano est une entreprise spécialisée dans les activités liées au cycle du combustible nucléaire (fabrication, transport, traitement). La plateforme nucléaire d'Orano du Tricastin est un site nucléaire spécialisé dans la conversion, l'enrichissement et l'entreposage de l'uranium, à la fois dans des installations nucléaires civiles et de défense. À La Hague, dans la Manche, Orano retraite les combustibles usés.

L'usine Mélox (Gard), installation nucléaire de production du combustible MOx (ce type de combustible est présenté au titre 5.1), est également exploitée par Orano.

Framatome, désormais filiale d'EDF, assure l'ingénierie des réacteurs électronucléaires. L'entreprise a notamment développé l'ensemble du parc nucléaire français existant sur la base d'une technologie Westinghouse. Il fabrique des combustibles nucléaires à uranium enrichi dans ses usines de Romans-sur-Isère.

Le CEA, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, est un organisme public de recherche dans les domaines de la défense et de la sécurité, des énergies bas carbone, de l'industrie, des sciences de la matière et des sciences de la vie. Il exploite plusieurs installations nucléaires dédiées à la recherche (réacteurs expérimentaux, laboratoires), des installations supports (entreposage de déchets, stations de traitement des effluents) ainsi que de nombreuses installations en démantèlement, à la fois civiles et de défense.

b. Les ministères

Plusieurs ministères interviennent dans la définition, la mise en œuvre et le contrôle de la politique de gestion des matières et des déchets radioactifs. Pour le compte du **ministère chargé de l'énergie**, la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) élabore la politique et met en œuvre les décisions du gouvernement relatives au secteur nucléaire civil et à la gestion des matières et des déchets radioactifs.

Pour le compte du **ministère chargé de la sûreté nucléaire** au sein de la Direction générale de la prévention de risques (DGPR), la Mission la sûreté nucléaire et radioprotection (MSNR) est notamment chargée de proposer, en lien avec l'ASNR, la politique du Gouvernement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, à l'exclusion des activités et installations intéressant la défense et de la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.

c. L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra)

L'Andra est l'établissement public chargé de gérer les déchets radioactifs français ; il s'agit un établissement public indépendant des producteurs de déchets. Ses missions, définies à l'article L. 542-12 du code de l'environnement, comprennent notamment la conception et l'exploitation de centres de stockage, la réalisation d'études et de recherches sur le stockage en couche géologique profonde, la collecte et la prise en charge d'objets radioactifs auprès des particuliers, l'assainissement de sites pollués par la radioactivité, et enfin l'information du public sur l'ensemble de ces sujets.

L'Andra établit, met à jour et publie par ailleurs tous les trois ans l'Inventaire national des matières et des déchets radioactifs évoqué précédemment, qui se complète d'une synthèse annuelle (*Les Essentiels*).

d. L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR)

L'ASNR est une autorité administrative indépendante, qui assure le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour l'ensemble des activités nucléaires civiles. Ses missions sont définies à l'article L. 592-1 du code l'environnement. Son pendant défense », l'ASND (Autorité de sûreté nucléaire de défense), est sous tutelle du ministère de la défense, et assure les mêmes missions dans le domaine de la défense.

Afin de maintenir l'excellence du contrôle en sûreté et en radioprotection, et au regard des enjeux associés à la relance de l'énergie nucléaire en France souhaitée par le Gouvernement, celui-ci a proposé en 2024 une évolution de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection afin de répondre efficacement à ces défis. La loi n° 2024-450 du 21 mai 2024 relative à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection a mis en place cette nouvelle Autorité indépendante de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR), restée indépendante du Gouvernement et des exploitants. Elle a ainsi fusionné les activités de l'ASN et de l'Institut de radioprotection et de sureté nucléaire (IRSN) à compter du 1er janvier 2025, notamment les activités d'expertise, d'instruction, d'autorisation et de contrôle en matière de sûreté nucléaire des installations civiles. Les activités de recherche de l'IRSN ont quant à elle, pour la plupart, été rattachées au CEA.

e. Les organismes de recherche

Plusieurs organismes sont chargés de mener les recherches dans le domaine de la gestion des matières et des déchets radioactifs, en premier lieu desquels l'Andra, pour les recherches sur le stockage et l'entreposage, et le CEA, pour la séparation, la transmutation, la radioprotection, etc.

f. Les autres organismes

L'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix scientifiques et technologiques afin d'éclairer ses décisions. Il est composé de dix-huit députés et de dix-huit sénateurs. Il est également chargé d'évaluer le PNGMDR.

La Commission nationale d'évaluation (CNE2) assure une évaluation annuelle des recherches relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs et en rapporte au Parlement. L'article L. 542-3 du code de l'environnement définit les missions et la composition de cette commission.

L'Autorité environnementale donne des avis, rendus publics, sur les évaluations des impacts des grands projets et programmes sur l'environnement et sur les mesures de gestion visant à éviter, atténuer ou compenser ces impacts. En l'occurrence, l'Autorité environnementale, rattachée au Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), rend ses avis sur le rapport environnemental adossé aux différentes éditions du PNGMDR.

Le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) est une instance d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires et les conséquences de ces activités sur la santé des personnes, l'environnement et la sécurité nucléaire. À ce titre, le haut comité peut émettre des avis sur toute question dans ces domaines ainsi que sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Le code de l'environnement prévoit que le HCTISN organise des concertations et débats concernant la gestion des matières et des déchets radioactifs. Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire est en effet une instance d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires et l'impact de ces activités sur la santé des personnes, sur l'environnement et sur la sécurité nucléaire. A ce titre, le Haut Comité peut émettre un avis sur toute question dans ces domaines ainsi que sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Il peut également se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence définie à l'article L. 125-12.

Les Commissions locales d'information (CLI) et les Commissions d'information (CI), implantées autour des installations nucléaires de base (INB) et installations nucléaires de base secrètes (INBS), jouent également un rôle important en matière de concertation locale et d'information des citoyens. Les CLI sont regroupées au sein d'une association nationale : l'Association Nationale des Comités et Commissions Locales d'Information **(ANCCLI)**. Les CLI sont composées de représentants des collectivités territoriales, de représentants d'associations environnementales, de syndicats, de délégués du monde économique, de représentants de l'ASNR, des services de l'Etat et des exploitants. Les missions essentielles des CLI sont ainsi de relayer l'information auprès du grand public en questionnant les exploitants, les autorités, en organisant des débats, en effectuant des analyses, en surveillant l'environnement ou encore en engageant des expertises.

Des échanges ont également lieu avec le, **Comité local d'information et de suivi** (**CLIS de Bure**), qui a pour mission d'informer les populations locales sur les activités menées par l'Andra au sein du laboratoire souterrain de Meuse Haute-Marne pour effectuer des recherches sur le stockage en couche géologique profonde.

Le dialogue exigeant entre l'ensemble des acteurs liés à la gestion des matières et des déchets radioactifs s'établit donc à tous les niveaux :

- au niveau local, de manière continue, au sein des CLI constituées auprès des installations nucléaires de base ;
- au niveau parlementaire, concernant les modalités d'une gestion définitive des

déchets de haute et moyenne activité à vie longue, et l'évaluation du dispositif national de gestion et de ses avancées ;

➢ auprès du grand public : comme évoqué précédemment, chaque plan et programme du gouvernement ayant des incidences sur l'environnement est sujet à concertation publique. D'autre part, la CNDP est saisie de tout projet de création ou d'extension d'une INB conformément aux articles L. 121 et suivants et R. 121 et suivants du Code de l'environnement.

Annexe XII. Le financement de la gestion des matières et des déchets radioactifs

Cette partie présente les règles prévues par le droit français afin de sécuriser le financement actuel et futur de la gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs.

a. L'application du principe « pollueur-payeur »

Le financement de la gestion des matières et déchets radioactifs est assuré, sous le contrôle de l'État, par les exploitants nucléaires, selon le principe « pollueur-payeur ».

Ce principe est défini à l'article 4 de la Charte de l'environnement adossée à la Constitution, qui dispose que « toute personne doit contribuer à la réparation des dommages qu'elle cause à l'environnement ». Il traduit la reconnaissance de la responsabilité première de l'exploitant dans la gestion des matières et des déchets radioactifs en faisant supporter le coût des mesures de prévention et de réduction de la pollution par le responsable des atteintes à l'environnement.

L'application du principe « pollueur-payeur » est particulièrement importante dans le domaine du financement des opérations de démantèlement des installations nucléaires et de gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs issus de ces installations. Des délais significatifs peuvent en effet séparer la vie d'une installation nucléaire des dépenses afférentes à ces opérations de démantèlement ou de gestion des déchets. Cette situation fait ainsi peser un risque de report de cette charge financière sur les générations futures. Des dispositions sont donc prises pour limiter ce risque, et assurer dès à présent le financement de ces opérations.

b. Les dispositions applicables aux installations nucléaires de base (INB) et aux installations nucléaires de base secrètes (INBS)

Les articles L. 594-1 et suivants du code de l'environnement, imposent aux exploitants d'INB la constitution de provisions pour sécuriser le financement des opérations de démantèlement et de gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs dont ils sont responsables.

Dans le cadre de ce dispositif, les exploitants nucléaires doivent évaluer de manière prudente les charges de démantèlement de leurs installations et les charges de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs qu'elles produisent (appelées charges de long terme) et constituer les provisions afférentes dans leurs comptes.

Ces provisions doivent être couvertes par des actifs financiers devant être comptabilisés de façon distincte, et présenter un haut niveau de sécurité et de liquidité. Les actifs affectés à la couverture des provisions sont protégés par la loi. En cas de faillite de l'exploitant, seul l'État dispose d'un droit sur ces actifs.

Les provisions pour gestion des combustibles usés recyclables[9] dans les installations industrielles construites ou en construction sont néanmoins exclues de l'assiette de couverture. Les charges correspondant à la gestion des combustibles usés seront en effet directement financées par les produits d'exploitation tirés de leur valorisation.

Le montant des charges brutes qui revient aux trois producteurs de déchets (EDF, Orano et CEA) s'élève à ce jour à près de 80 milliards d'euros pour la gestion des combustibles usés et la gestion à long terme de l'ensemble des déchets radioactifs, et à environ 55 milliards d'euros au titre des démantèlements.

Ces charges prennent en compte l'objectif de coût de 25 milliards d'euros du projet Cigéo[10], aux conditions économiques du 31 décembre 2011, fixé par l'arrêté du 15 janvier 2016. La mise à jour du coût de référence du projet Cigéo est envisagée d'ici la fin de l'année 2025.

9 Combustibles UNE utilisés principalement hors gestion à long terme (entreposage et stockage) des colis de déchets radioactifs issus du retraitement.
10 Le projet Cigéo est présenté au titre 8 du DMO.

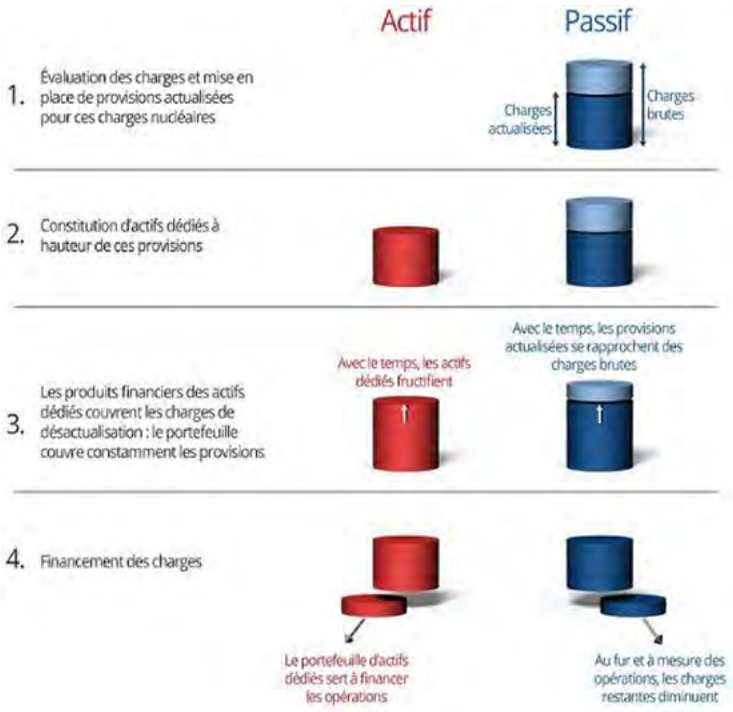


Schéma explicatif du mécanisme de financement des provisions pour charges

c. Les dispositions applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement

En ce qui concerne les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation mettant en œuvre des substances radioactives, les exploitants ont l'obligation de constituer des garanties financières (article L. 516-1 du code de l'environnement). Ces garanties sont destinées à assurer la surveillance des sites et le maintien en sécurité des installations, les interventions éventuelles en cas d'accident avant ou après la fermeture, et la remise en état après fermeture. Elles ne couvrent pas les indemnisations dues par l'exploitant aux tiers qui pourraient subir un préjudice par fait de pollution ou d'accident causé par l'installation. Les modalités de mise en œuvre de cette obligation sont précisées aux articles R. 516-1 et suivants du code de l'environnement.

d. Les dispositions applicables aux sources radioactives scellées

Les fournisseurs de sources radioactives scellées ont l'obligation de constituer une garantie financière (article L. 1333-15 du code de la santé publique). Cette garantie est destinée à couvrir, en cas de défaillance, les coûts de récupération et d'élimination de la source en fin d'utilisation. Les modalités de mise en œuvre de cette obligation sont précisées aux articles R. 1333-161 à R. 1333-164 du code de la santé publique.

e. Les modalités de contrôle des producteurs de déchets en INB

Au-delà des vérifications réalisées par les producteurs en application de la réglementation et par leurs commissaires aux comptes, le respect des obligations de sécurisation du financement des charges de long terme est étroitement contrôlé par les ministres chargés de l'économie et de l'énergie. Pour exercer son contrôle, l'État reçoit notamment des exploitants d'INB un rapport triennal sur l'évaluation des charges de long terme, les méthodes et les choix retenus pour la gestion des actifs dédiés, ainsi qu'un inventaire trimestriel des actifs dédiés.

L'État dispose de pouvoirs de prescription et de sanction, pouvant conduire à la constitution, sous astreinte, des actifs nécessaires ainsi que toute mesure relative à leur gestion.

Par ailleurs, si l'État constate que l'application du code de l'environnement est susceptible d'être entravée, il peut imposer à l'exploitant,

le cas échéant sous astreinte, de verser à un fond auprès de l'Andra les sommes nécessaires à la couverture de ses charges de long terme (article L. 542-12-2 du code de l'environnement).

Le pouvoir de prescription a déjà été mis en œuvre à plusieurs reprises, en particulier à la suite de la constatation d'un taux de couverture inférieur à 100%[11]. Il a en particulier été mis en œuvre pour Areva NC début 2017 avec régularisation de l'exploitant dès fin 2017.

L'État peut également diligenter des audits afin de contrôler les évaluations faites par les exploitants de leurs charges, ainsi que la manière dont ils gèrent leurs actifs. Ces audits sont à la charge des exploitants.

La synthèse des audits est rendue publique à l'adresse suivante : https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/demantelement-gestion-dechets-radioactifs. La DGEC a piloté à ce jour deux audits externes, l'un sur le coût du démantèlement du parc de réacteurs nucléaires d'EDF en cours d'exploitation et l'autre sur le coût de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs de l'usine d'enrichissement d'uranium Georges Besse 1 d'Eurodif, filiale d'Orano sur le site du Tricastin, à l'arrêt depuis 2012. Ces deux audits confortent les estimations réalisées par les exploitants.

11 Rapport entre la valeur de réalisation des actifs admissibles à titre d'actifs de couverture et les provisions mentionnées à l'article L. 594-2, à l'exclusion de celles liées au cycle d'exploitation.

Annexe XIII. Contexte en matière de politique énergétique

Pour répondre aux défis climatiques et énergétiques majeurs auxquels la France devra faire face dans les décennies à venir, elle s'est engagée dans une transition énergétique globale, déclinée par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV). Afin d'atteindre ces objectifs, la LTECV prévoit notamment l'élaboration d'une stratégie nationale bas carbone (SNBC) et d'une programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). La PPE actuelle couvre la période 2019-2028 et sa mise à jour est prévue en 2025.

A cet effet, le Gouvernement a mené de multiples actions de concertation et de participation du public comme des parlementaires en vue d'élaborer les orientations de politique énergétique. En particulier, le Gouvernement a conduit la concertation volontaire Notre avenir énergétique se décide maintenant », d'octobre 2022 à février 2023, sous l'égide de la CNDP. Sur la base de ces travaux, le Gouvernement a mené une consultation publique du 29 novembre au 22 décembre 2023 sur les grandes orientations de la stratégie de planification énergétique. Enfin, les orientations du projet de programmation pluriannuelle de l'énergie aux horizons 2030 et 2035 ont été mises en consultation le 4 novembre 2024, avant une consultation finale du public sur le document de programmation et le projet de décret associé, organisée du 7 mars au 5 avril 2025.

S'agissant du nucléaire, les mesures structurantes soumises par le Gouvernement sont notamment les suivantes :

– Poursuivre le fonctionnement des réacteurs électronucléaires existants après 50 ans puis 60 ans ;

– Confirmer le lancement du programme industriel de construction de trois paires de nouveaux réacteurs EPR2 porté par EDF dont les mises en services sont actuellement envisagées autour de 2040 et approfondir l'étude d'un renforcement de ce programme électronucléaire à hauteur d'une capacité supplémentaire d'au moins 13 GWe ;

– Encourager le développement des petits réacteurs nucléaires modulaires (SMR – Small Modular Reactors) et des petits réacteurs innovants (AMR – Advanced Modular Reactors) dont les calendriers permettent d'envisager au mieux une première installation au cours de la décennie 2030 ;

– Poursuivre la stratégie française de traitement et de valorisation du combustible nucléaire usé et faire aboutir les travaux visant le renouvellement des installations de l'aval du cycle autour de 2045 dans la perspective d'une fermeture du cycle et du déploiement de réacteurs à neutrons rapides (RNR) ;

– Mettre en œuvre une filière industrielle européenne de conversion et d'enrichissement de l'uranium de retraitement (URT).

a. La poursuite de fonctionnement des réacteurs nucléaires existants

Le parc nucléaire français comporte 57 réacteurs de production d'électricité en fonctionnement, constituant une puissance installée de 63 gigawatts électriques (GWe). Ces réacteurs reposent tous sur une même technologie, dite à eau sous pression », et se répartissent en différents paliers standardisés, de puissance unitaire comprise entre 900 mégawatts électriques (MWe) et 1 450 MWe, ainsi qu'un réacteur de technologie EPR (Evolutionary Power Reactor) de Flamanville 3 de 1 600 MWe mis en service en mai 2024. La durée de fonctionnement de ces réacteurs en France est comprise entre 22 ans (Civaux 2) et 45 ans (Bugey 2) à fin 2024, pour une moyenne de 38 ans. Le rapport Futurs énergétiques 2050 » de RTE indique que les scénarios reposant sur la poursuite du fonctionnement des réacteurs actuels, sous réserve que toutes les exigences de sûreté applicables restent satisfaites, sont ceux qui présentent le plus d'intérêt en matière économique, climatique et de sécurité d'approvisionnement.

EDF mène actuellement un programme

d'études, en lien avec le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), pour analyser les principaux enjeux techniques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs des paliers de 900, 1300 et 1450 MWe au-delà d'une durée de 50 ans et de 60 ans. Ces travaux se poursuivent en 2025. Leur calendrier s'inscrit dans la perspective d'une prise de position de l'ASNR à la fin de l'année 2026.

Sans préjuger de la position de l'ASNR quant à la poursuite du fonctionnement de ces réacteurs, l'Andra a évalué que la quantité de déchets supplémentaires associés aux évolutions en matière de poursuite de fonctionnement par rapport à la PPE 2019-2023 sont de l'ordre de quelques pour cent supplémentaires de l'inventaire de déchets à terminaison pour chaque catégorie en considérant environ 10 ans de fonctionnement supplémentaire.

b. Le programme de construction de nouveaux réacteurs nucléaires de type EPR2

Dans le prolongement du rapport Travaux relatifs au nouveau nucléaire » publié par le Gouvernement en 2022, EDF met en œuvre un programme industriel de construction de trois paires de nouveaux réacteurs nucléaires de technologie EPR2 (***Evolutionary Power Reactor 2***) en vue d'une première mise en service à l'horizon 2035 - 2040. La préparation de ce programme et son instruction par l'Etat se poursuivent, notamment en matière de maturité technique du projet, de coût et de calendrier, et de préparation de la filière industrielle. Outre ces travaux, le programme ainsi que les projets de paires de réacteurs à Penly et Gravelines ont fait l'objet de débats publics entre 2022 et 2024 et sur le site de Bugey entre 2022 et 2025 sous l'égide de la CNDP.

L'Andra a analysé l'impact des déchets radioactifs associés sur les filières de gestion en exploitation ou en projet, en retenant l'hypothèse d'une mise en service des six nouveaux EPR2 échelonnée, par paires, entre 2035 et 2044, avec une durée d'exploitation de soixante ans. A ce stade de l'évaluation, les conséquences du projet sur la gestion des déchets induits par l'exploitation de 6 réacteurs EPR2 et au regard des données d'entrée fournies par les exploitants nucléaires, il n'est pas identifié d'élément rédhibitoire au stockage de ces déchets dans les filières opérationnelles ou à l'étude (https://www.andra.fr/nouveau-nucleaire-francais-quels-impacts-sur-la-gestion-des-dechets-radioactifs-0).

EDF étudie les conditions d'une éventuelle extension du programme EPR2 à huit réacteurs supplémentaires et a établi un programme de travail visant à remettre une proposition détaillée à l'État d'ici 2026. Ce programme se concrétiserait, le cas échéant, dans la décennie 2040.

c. Le développement des projets de réacteurs modulaires (SMR) et innovants (AMR)

Les SMR et les AMR constituent un projet d'offre nucléaire complémentaire à l'offre nucléaire de grande puissance et se développent dans un contexte international de forte concurrence. Le Gouvernement accompagne le développement du projet de SMR Nuward, porté par EDF et en cours de réorientation, et l'émergence d'AMR français, dans le cadre du programme d'investissement France 2030.

Les premiers démonstrateurs, attendus dans le courant de la décennie 2030, pourraient trouver leur concrétisation industrielle à horizon 2035-2040. 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 état de développement ne permet pas à ce stade de présenter les typologies et volumes de déchets produits, qui resteront en tout état de cause faibles dans un premier temps.

L'Andra accompagne les porteurs de projet de SMR et AMR 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). Ces échanges ne préjugent pas de l'acceptabilité de ces éventuels déchets par les centres de l'Andra.

d. La stratégie française de traitement-recyclage

Les installations du cycle du combustible nucléaire sont essentielles à la poursuite du fonctionnement du parc électronucléaire français. L'aval du cycle désigne toutes les étapes de gestion des combustibles usés

après leur sortie du réacteur. Il comporte une étape d'entreposage puis de retraitement, laquelle permet la valorisation des matières retraitées et le conditionnement plus stable des déchets destinés au stockage définitif en couche géologique profonde. La stratégie de monorecyclage du combustible actuellement mise en œuvre est de nature à répondre aux objectifs d'indépendance et de souveraineté énergétique dès lors qu'elle offre un potentiel de réduction de 10 % du besoin français d'uranium naturel grâce à la filière MOX et de 15 % grâce à la filière des combustibles à l'uranium de retraitement enrichi, soit un total de 25 % de réduction.

Les installations de La Hague, qui retraitent les combustibles nucléaires utilisés une première fois par le parc de réacteurs d'EDF et les installations de Mélox, qui produisent des combustibles de type MOx à partir du plutonium issu du retraitement et de l'uranium appauvri, doivent être modernisées pour permettre un fonctionnement au-delà de l'échéance de 2040 fixée par la précédente programmation énergétique.

Le renouvellement des usines (projet nommé « aval du futur » par Orano) est attendu à l'horizon 2045-2050 et permettrait également de maintenir les perspectives, à moyen terme, de réutiliser entièrement l'uranium et le plutonium issu du retraitement, ce qui permettrait de réduire davantage le besoin français en uranium naturel. A un horizon plus lointain, il permettrait d'initier la mise en service des RNR pour fermer le cycle » du combustible et ainsi s'exonérer durablement de l'approvisionnement en uranium naturel grâce au retraitement de l'ensemble des combustibles usés.

En parallèle, l'évolution par rapport à la PPE 2019-2023 consistant à poursuivre le fonctionnement de tous les réacteurs existants autant que possible, sous réserve que toutes les exigences de sûreté restent satisfaites, conduit à maintenir à moyen terme le nombre de réacteurs pouvant recevoir du combustible recyclé MOx et la poursuite du fonctionnement du parc en exploitation jusqu'à 60 ans permettrait de repousser la saturation des piscines d'entreposage autour de 2040, hors actions de réduction du risque en cours de développement.

e. La politique électronucléaire française et le contexte international

Par ailleurs, le contexte en matière de politique énergétique a été marqué par des événements géopolitiques importants ces dernières années, en premier lieu desquels l'invasion russe de l'Ukraine, qui a reposé la question de la ressource en uranium et de son approvisionnement à l'échelle mondiale. Il convient de rappeler que les gisements conventionnels d'uranium se répartissent dans 53 pays, dont 19 sont membres de l'OCDE, totalisant 40% des ressources. Ensemble, l'Afrique du Sud, l'Australie et le Canada en possèdent un tiers. Les ressources conventionnelles identifiées en 2020 s'élèvent à 8 millions de tonnes d'uranium (***Red Book*** OCDE). Considérant que la production d'un térawattheure d'électricité nucléaire nécessite environ 20 tonnes, ces réserves représentent de 120 à 150 années de consommation au rythme de 2022.

En dépit de cette répartition, la production de l'uranium s'est toutefois concentrée. Comme le rappelle une étude de *Questions Internationales*, menée en 2023, la matière était extraite, en 2021, dans seulement quinze pays, dont 45% au Kazakhstan, loin devant l'Australie, la Namibie et le Canada avec environ 10% et l'Ouzbékistan (7%). La Russie quant à elle représente 5% des extractions. L'industrie est également concentrée[12] autour d'une quinzaine d'entreprises, responsables de 95 % des extractions. Les groupes publics restent dominants, avec notamment la société kazakhe Kazatomprom (25% des extractions), suivie de deux groupes chinois (CNNC et CGNPC, 16 % des extractions). Le russe Rosatom est responsable de 16% des extractions tandis que le français Orano en représente 9%.

La France dispose aujourd'hui, au travers Orano et de Framatome, d'un portefeuille minier diversifié, et des installations industrielles sur son sol pour réaliser les étapes du cycle du combustible : conversion, enrichissement

12 Cette concentration est le produit des dynamiques du marché. Depuis la catastrophe de Fukushima, en 2011, le prix du concentré d'uranium, aussi appelé yellowcake, a stagné entre 40 dollars et 60 dollars le kilogramme, avant de remonter en 2021 à la faveur de la crise sanitaire. À l'inverse du pétrole, il n'existe pas d'organisation rassemblant les pays producteurs d'uranium qui serait en mesure d'en orienter les cours.

(Orano) et fabrication des assemblages de combustible (Framatome). Cette stratégie garantit son indépendance. Ce n'est pas le cas d'autres Etats occidentaux, en particulier s'agissant de l'enrichissement de l'uranium. Toutefois, ce marché est en pleine transformation, notamment du fait du contexte géopolitique. Indépendante de la Russie pour sa sécurité d'approvisionnement en électricité d'origine nucléaire, la France travaille à la mise en place d'un schéma industriel occidental sur l'ensemble du cycle du combustible, à la fois pour la production de combustible et son retraitement le cas échéant, afin de soutenir d'autres Etats, notamment européen, dans leurs efforts pour diminuer leur exposition à la sphère russe.

D'autre part, la ressource en uranium est l'objet d'une géopolitique particulière qui vise à sécuriser et à diversifier les approvisionnements. Ainsi, les énergéticiens comme EDF renforcent leur sécurité d'approvisionnement autour de trois piliers : la diversification des sources d'approvisionnement avec une sécurisation contractuelle, la gestion et l'économie des stocks et le recyclage des combustibles. Le traitement des combustibles usés et le recyclage des matières extraites permet d'économiser des ressources naturelles et de réduire les quantités de déchets à stocker. Il s'appuie également sur l'utilisation opérationnelle de combustible MOx, qui permet un premier recyclage en réacteur à eau sous pression (REP) des matières issues du traitement des combustibles usés.

En tout état de cause et à plus long terme, les tensions géopolitiques et climatiques militent pour une diversification des solutions technologiques du parc électronucléaire français, en particulier pour le développement à terme de RNR qui concourraient à la fermeture du cycle du combustible et réduiraient considérablement les besoins en uranium naturel.

Conception graphique - Jean Etienne Malaisé - SG/DAF/SAS/SETI/SETI22

GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité