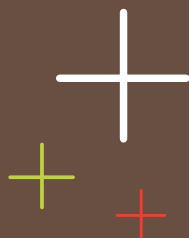


PROJET CIGÉO

CENTRE INDUSTRIEL
DE STOCKAGE RÉVERSIBLE
PROFOND DE DÉCHETS
RADIOACTIFS
EN MEUSE/Haute-MARNE

LE DOSSIER DU MAÎTRE D'OUVRAGE
DÉBAT PUBLIC DU 15 MAI AU 15 OCTOBRE 2013



ÉDITORIAL



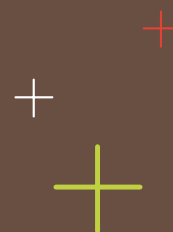
Marie-Claude DUPUIS

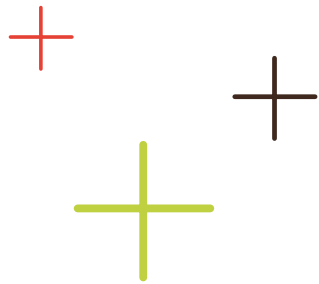
Directrice générale de l'Andra



François-Michel GONNOT

Président du conseil d'administration de l'Andra





“ La France a été l'un des premiers pays à prendre conscience de la nécessité de mettre en place une politique responsable et volontariste de gestion des déchets radioactifs. Avec la loi de 1991, le Parlement a ainsi inscrit la politique française dans une perspective de recherche de solutions pérennes et sûres pour ces déchets, avec l'objectif de ne pas léguer aux générations futures la charge des déchets produits par les activités dont nous bénéficions au quotidien.

Ces déchets sont en effet produits chaque année sur notre territoire, principalement par la production d'énergie nucléaire mais aussi par la Défense nationale, l'industrie, le secteur de la santé ou la recherche. La grande majorité d'entre eux bénéficie de solutions déjà opérationnelles : 90 % du volume total des déchets radioactifs produits chaque année en France sont aujourd'hui stockés dans les centres de l'Andra.

Mais les déchets les plus radioactifs et à vie longue - certains déchets resteront dangereux plus de 100 000 ans - ne peuvent être stockés en surface ou à faible profondeur, car on ne peut garantir que l'on saura maintenir des protections adaptées sur de telles échelles de temps.

C'est pourquoi le Parlement a retenu en 2006 la mise en œuvre d'un stockage profond, comme seule solution capable d'assurer la sûreté à long terme des déchets radioactifs tout en limitant les charges pesant sur les générations futures. La France a d'ailleurs été confortée dans ce choix par une directive du Conseil de l'Union européenne en 2011. De nombreux pays ont également engagé des recherches sur le stockage profond. En Suède et en Finlande, les demandes d'autorisation de création sont en cours d'instruction.

La loi du 28 juin 2006 donne à l'Andra la mission de concevoir et d'implanter le stockage qui accueillera ces déchets. Après plusieurs années de travail, le projet Cigéo (Centre industriel de stockage géologique) est aujourd'hui suffisamment avancé pour être présenté dans un débat public. Le projet n'est pas encore complètement finalisé, ce qui permettra de prendre en compte les retours du débat public dans la finalisation de la conception.

Le débat public organisé en 2013 par la Commission nationale du débat public constitue une étape indispensable avant le dépôt de la demande d'autorisation

par l'Andra en 2015. Cette demande fera ensuite l'objet d'un processus d'évaluation sur plusieurs années, pendant lequel le projet sera examiné par la Commission nationale d'évaluation, l'Autorité de sûreté nucléaire, les collectivités territoriales et le Parlement. Son autorisation ne pourra intervenir qu'après une nouvelle loi fixant les conditions de la réversibilité du stockage et une enquête publique locale.

Ce débat public permettra à l'Andra de présenter ses propositions pour répondre à l'exigence formulée par la loi de 2006 d'un stockage réversible pendant au moins 100 ans. L'Andra propose des dispositions de réversibilité qui ne compromettent pas la sûreté du stockage et qui sont réalistes sur le plan industriel. Elles permettront, jusqu'à sa fermeture définitive, de revenir sur les décisions prises, si la société le souhaite, de modifier le planning de fermeture progressif du stockage et de retirer des colis si besoin.

Ce débat sera aussi un moment important d'échange avec les citoyens, qu'ils habitent en Meuse, en Haute-Marne ou partout en France. En effet, avec ce débat public, nous souhaitons apporter les réponses à toutes les questions que les citoyens se posent légitimement sur cette installation mais aussi transmettre notre conviction : le stockage profond que nous proposons est la meilleure solution pour assumer, dans le respect des territoires qui acceptent de l'accueillir, la responsabilité qui incombe à la société française de mettre définitivement en sécurité ses déchets radioactifs.

Le projet Cigéo, que l'Andra présente au débat aujourd'hui, est le fruit d'un investissement sans faille d'hommes et de femmes, qui œuvrent de manière responsable, chacun dans leur domaine d'expertise, pour développer dans le respect du principe de précaution les solutions les plus sûres, pour les générations actuelles et futures.



Marie-Claude DUPUIS
François-Michel GONNOT

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ANDRA

L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs est chargée et de trouver et de mettre en œuvre des solutions de gestion sûres pour l'ensemble des déchets radioactifs français afin de protéger les générations présentes et futures du risque que présentent ces déchets. Indépendante des producteurs de déchets radioactifs, l'Andra est placée sous la tutelle des ministres chargés respectivement de l'énergie, de la recherche et de l'environnement.

Le rôle de l'Andra a été défini par deux lois successives : la loi du 30 décembre 1991 qui a créé l'Agence en tant qu'établissement public industriel et commercial et lui a notamment confié les recherches sur le stockage profond des déchets radioactifs de haute activité à vie longue et la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs qui définit son cadre d'action en lui confiant notamment les missions suivantes :

- **MISSION DE CONCEPTION, DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE :**

- concevoir et mettre en œuvre des solutions de gestion pérennes pour les déchets de haute activité (HA), de moyenne activité à vie longue (MA-VL) et de faible activité à vie longue (FA-VL) qui sont entreposés de manière provisoire.

- **MISSIONS INDUSTRIELLES :**

- prendre en charge les déchets radioactifs issus du secteur nucléaire, de l'industrie non électro-nucléaire, de la Défense nationale, de la recherche et du secteur de la santé ;
- exploiter et surveiller des centres de stockage de déchets radioactifs de façon sûre pour l'homme et l'environnement.

- **MISSIONS DE SERVICE PUBLIC ET D'INFORMATION :**

- collecter les objets radioactifs auprès des particuliers et des collectivités locales ;
- assainir et remettre en état les sites pollués par la radioactivité ;
- réaliser et publier tous les trois ans l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs en France ;
- fournir une information claire et vérifiable sur la gestion des déchets radioactifs ;
- favoriser les rencontres et susciter le dialogue avec toutes les parties prenantes.

- **MISSIONS DE VALORISATION DES SAVOIR-FAIRE EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL :**

- développer les collaborations scientifiques aux niveaux national et international ;
- valoriser l'ensemble des offres de service de l'Agence en France et à l'international ;
- diffuser le plus largement possible la culture scientifique et technique.



CHIFFRES CLÉS (au 31/12/2012)

570 salariés

4 sites d'implantation dont :

- **Trois centres de stockage :**

- 2 dans l'Aube : le Cires et le CSA,
- 1 dans la Manche (CSM)

- **Un centre en Meuse/Haute-Marne (CMHM) comprenant :**

- un Laboratoire souterrain
- un Espace technologique
- un Observatoire pérenne de l'environnement
- une Écothèque





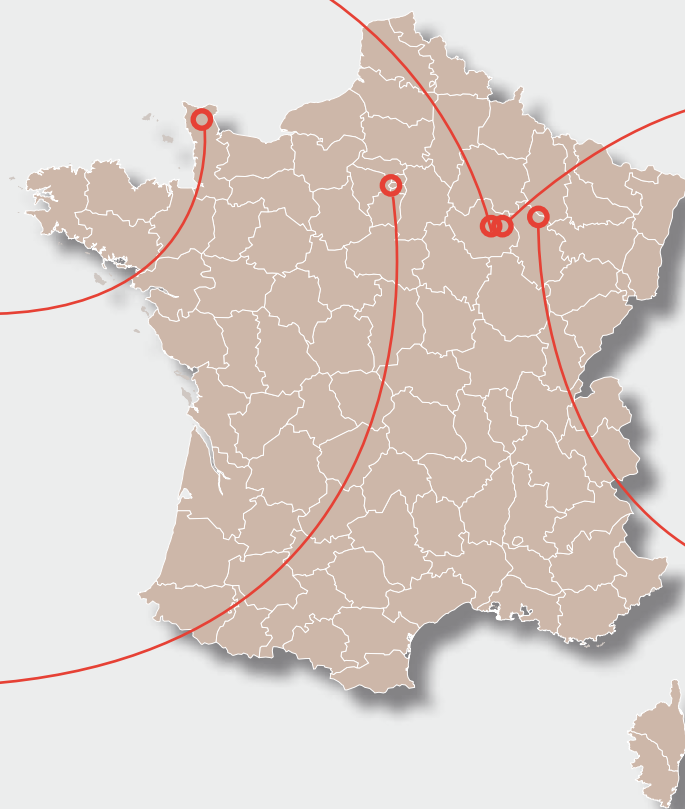
Centre de stockage de l'Aube



Centre de stockage de la Manche



Siège social



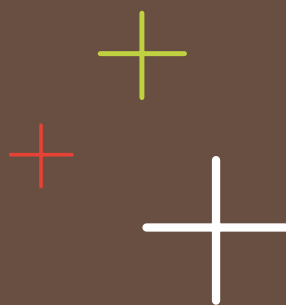
Centre industriel de regroupement,
d'entreposage et de stockage dans l'Aube



Centre de Meuse/Haute-Marne

L'Agence est implantée sur quatre sites : le siège social à Châtenay-Malabry, le Centre de stockage de la Manche, les Centres industriels de l'Andra dans l'Aube et le Centre de Meuse/Haute-Marne.

SOMMAIRE



1 LES DÉCHETS RADIOACTIFS

- 1.1. // D'OÙ VIENNENT LES DÉCHETS RADIOACTIFS ? page 10
- 1.2. // QUE SONT LES DÉCHETS RADIOACTIFS page 11
- 1.3. // COMMENT SONT GÉRÉS
LES DÉCHETS RADIOACTIFS ? page 12
- 1.4. // QUELS DÉCHETS SONT DESTINÉS À CIGÉO ? page 12
- 1.5. // LES VOLUMES DE DÉCHETS PRÉVUS
DANS CIGÉO page 15
- 1.6. // OÙ SONT LES DÉCHETS HA ET MA -VL
EN ATTENDANT DE POUVOIR ÊTRE STOCKÉS ? page 18

2 POURQUOI UN STOCKAGE PROFOND ?

- 2.1. // PLUSIEURS SOLUTIONS
À L'ÉTUDE PENDANT 15 ANS page 22
- 2.2. // LES RÉSULTATS DES RECHERCHES
ET LEUR ÉVALUATION page 22
- 2.3. // LE DÉBAT PUBLIC DE 2005/2006 page 23
- 2.4. // LA LOI DU 28 JUIN 2006 :
LE CHOIX DU STOCKAGE page 24
- 2.5. // LOI DU 28 JUIN 2006 : AUTRES AXES DE RECHERCHE
COMPLÉMENTAIRES AU STOCKAGE PROFOND page 25
- 2.6. // LA SITUATION DANS LES AUTRES PAYS page 25

3 POURQUOI LA MEUSE/HAUTE-MARNE POUR IMPLANter CIGÉO ?

- 3.1. // LE CHOIX DE LA MEUSE/HAUTE-MARNE POUR
IMPLANter UN LABORATOIRE SOUTERRAIN page 30

- 3.2. // LE MILIEU GÉOLOGIQUE
DE MEUSE/HAUTE-MARNE page 31
- 3.3. // L'ARGILE DU CALLOVO-OXFORDIEN page 32
- 3.4. // L'IMPLANTATION DES INSTALLATIONS DE CIGÉO ... page 33

4 COMMENT FONCTIONNERA CIGÉO ?

- 4.1. // LES INSTALLATIONS DE CIGÉO page 40
- 4.2. // LA CONSTRUCTION DE CIGÉO page 46
- 4.3. // LE TRANSPORT DES COLIS DE DÉCHETS page 46
- 4.4. // L'EXPLOITATION DE CIGÉO page 50
- 4.5. // LA FERMETURE DE CIGÉO page 51

5 LA SÛRETÉ DE CIGÉO

- 5.1. // LA SÛRETÉ DU STOCKAGE
PENDANT SON EXPLOITATION page 56
- 5.2. // LA SÛRETÉ DU STOCKAGE
APRÈS SA FERMETURE page 58
- 5.3. // LE CONTRÔLE DE LA SÛRETÉ DE CIGÉO page 59
- 5.4. // L'IMPACT RADIOLOGIQUE DE CIGÉO page 60
- 5.5. // LA SURVEILLANCE DU STOCKAGE
ET DE SON ENVIRONNEMENT page 62
- 5.6. // CONSERVER ET TRANSMETTRE
LA MÉMOIRE DU STOCKAGE page 63

6 LES ÉTUDES SUR LE STOCKAGE PROFOND

- 6.1. // LES OUTILS DE L'ANDRA page 66

6.2. // LES CHAMPS ET LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE SCIENTIFIQUE	page 68
6.3. // LES FINALITÉS DES RECHERCHES.....	page 68
6.4. // COMMENT SONT ÉVALUÉES LES RECHERCHES DE L'ANDRA ?	page 71

7 GOUVERNANCE ET RÉVERSIBILITÉ

7.1. // LA GOUVERNANCE DE CIGÉO	page 74
7.2. // RÉVERSIBILITÉ : LES PROPOSITIONS DE L'ANDRA	page 76

8 LE PROJET ET SON TERRITOIRE D'ACCUEIL

8.1. // LE SCHÉMA INTERDÉPARTEMENTAL DE DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE	page 82
8.2. // LES BESOINS DE CIGÉO	page 82
8.3. // LES EMPLOIS	page 85
8.4. // L'ACCOMPAGNEMENT ÉCONOMIQUE DU PROJET AUJOURD'HUI	page 86
8.5. // L'ANDRA EN MEUSE/HAUTE-MARNE AUJOURD'HUI	page 87

9 LES GRANDES ÉTAPES DU PROJET

9.1. // LE FINANCEMENT DU PROJET ET SON COÛT PRÉVISIONNEL	page 90
9.2. // LE CALENDRIER DU PROJET CIGÉO	page 92

ANNEXE 1

LA RADIOACTIVITÉ

ANNEXE 1.1. // LA DÉCROISSANCE RADIOACTIVE	page 95
ANNEXE 1.2. // LA MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ ET DE SES EFFETS	page 96
ANNEXE 1.3. // LES RISQUES LIÉS À LA RADIOACTIVITÉ	page 96
ANNEXE 1.4. // LES UTILISATIONS DE LA RADIOACTIVITÉ	page 97

ANNEXE 2

LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN FRANCE

ANNEXE 2.1. // LE CADRE LÉGAL	page 99
ANNEXE 2.2. // LES GRANDS PRINCIPES DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS	page 99
ANNEXE 2.3. // LES FILIÈRES DE STOCKAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS	page 99



LES DÉCHETS RADIOACTIFS

INTRODUCTION

Depuis la découverte de la radioactivité il y a plus d'un siècle, de nombreuses activités utilisent ses propriétés et produisent des déchets radioactifs qui nécessitent une prise en charge particulière afin de protéger l'homme et l'environnement du risque qu'ils présentent.

Depuis de nombreuses années, la France a fait le choix du stockage définitif comme solution de gestion à long terme pour ces déchets. Aujourd'hui, 90 % du volume des déchets produits chaque année disposent d'une solution de stockage opérationnelle.

Ce système industriel reste à compléter pour certains déchets, notamment ceux de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL), qui sont produits principalement par le secteur électronucléaire.



1.1.	D'OÙ VIENNENT LES DÉCHETS RADIOACTIFS ?	page 10
1.2.	QUE SONT LES DÉCHETS RADIOACTIFS	page 11
1.3.	COMMENT SONT GÉRÉS LES DÉCHETS RADIOACTIFS ?	page 12
1.4.	QUELS DÉCHETS SONT DESTINÉS À CIGÉO ?	page 12
1.5.	LES VOLUMES DE DÉCHETS PRÉVUS DANS CIGÉO	page 15
1.6.	OÙ SONT LES DÉCHETS HA ET MA-VL EN ATTENDANT DE POUVOIR ÊTRE STOCKÉS ?	page 18





1.1.

D'où viennent les déchets radioactifs ?

Depuis plusieurs dizaines d'années, de nombreuses activités utilisent les propriétés de la radioactivité, qu'elle soit d'origine naturelle ou artificielle.

Comme toute activité humaine, ces utilisations produisent des déchets, dont certains sont radioactifs.

La grande majorité de ces déchets a l'apparence de déchets classiques : outils, vêtements, ferrailles, plastiques, gravats... Cependant, leur radioactivité peut présenter un risque pour l'homme et l'environnement.

La radioactivité est utilisée principalement dans **cinq secteurs économiques** :

- **L'INDUSTRIE ÉLECTRONUCLÉAIRE** : centrales nucléaires et usines de fabrication et de traitement des combustibles utilisés pour faire fonctionner ces centrales (extraction et traitement du minerai

d'uranium, fabrication des combustibles, traitement des combustibles usés...).

- **LA DÉFENSE NATIONALE** : activités liées à la force de dissuasion, à la propulsion nucléaire de certains navires ou sous-marins et recherche associée.
- **L'INDUSTRIE CLASSIQUE** : extraction de terres rares, fabrication de sources radioactives ou autres applications diverses (contrôle des soudures, stérilisation du matériel médical, stérilisation et conservation de produits alimentaires, ...).
- **LA RECHERCHE** : principalement la recherche menée dans le domaine du nucléaire par le CEA, et, dans une moindre part, dans divers domaines : physique des particules, agronomie, chimie, biologie...
- **LE DOMAINE MÉDICAL** : recherche médicale, diagnostic et traitement.

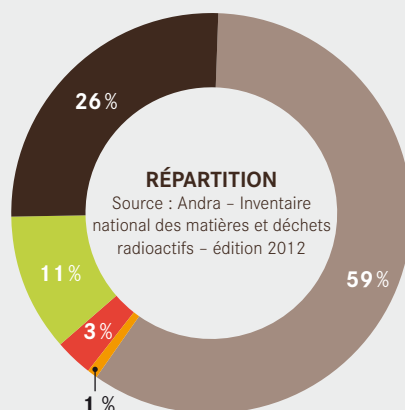


Ces nombreuses utilisations produisent chaque année en France l'équivalent de **2 kg** de déchets radioactifs par habitant.



RÉPARTITION PAR SECTEUR ÉCONOMIQUE DES DÉCHETS RADIOACTIFS EXISTANTS

- Électronucléaire
- Recherche
- Défense
- Industrie non électronucléaire
- Médical



Centre nucléaire de production d'électricité du Bugey.



1.2. Que sont les déchets radioactifs ?

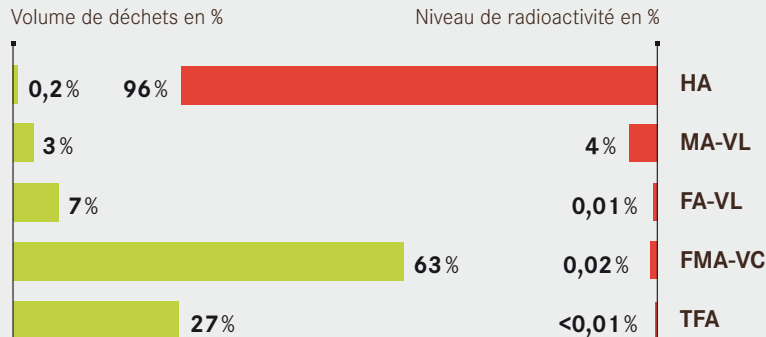
Les déchets radioactifs sont des **substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée.**

Ils contiennent des atomes radioactifs (radionucléides) tels que le césium, l'uranium, l'iode, le cobalt, le radium, le tritium... En fonction de la quantité et de la nature de ces radionucléides, les déchets sont plus ou moins radioactifs, pendant plus ou moins longtemps.

Fin 2010, il existait en France environ 1 320 000 m³ de déchets radioactifs.

RÉPARTITION DU VOLUME ET DU NIVEAU DE RADIOACTIVITÉ DES DÉCHETS RADIOACTIFS

(Source : Andra - Inventaire national des matières et déchets radioactifs - édition 2012)



LA CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

En France, les déchets radioactifs sont classés en **cinq catégories** :

- les déchets de très faible activité (TFA) ;
- les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) ;
- les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) ;
- les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) ;
- les déchets de haute activité (HA).

Cette classification repose sur de nombreux critères et notamment :

- **le niveau de radioactivité des déchets**, exprimé en becquerel (Bq) par gramme. Également appelé activité, ce niveau de radioactivité peut être très faible, faible, moyen ou haut ;
- **la durée de vie des déchets** qui dépend de la période radioactive propre à chaque radionucléide qu'ils contiennent. Par simplification, les déchets dont la radioactivité provient principalement de radionucléides à vie courte (période ≤ 31 ans) sont appelés déchets à vie courte, et inversement les déchets contenant une quantité importante de radionucléides à vie longue (période > 31 ans) sont appelés déchets à vie longue.

Le becquerel

Le becquerel est l'unité qui permet de mesurer le niveau de radioactivité, c'est-à-dire le nombre de désintégrations d'atomes par seconde. C'est une unité très petite. 1 Bq = 1 désintégration d'un atome par seconde.

La période radioactive

On appelle période radioactive le temps au bout duquel une quantité d'un même radionucléide est divisée par deux : 8 jours pour l'iode 131, 13 ans pour le tritium, 31 ans pour le césium 137, 1 600 ans pour le radium 226, 5 700 ans pour le carbone 14... Par exemple, sur un échantillon de 1 gramme de césium 137, il n'en restera que 0,5 gramme au bout de 31 ans. Cet échantillon sera donc deux fois moins radioactif. Au bout de 10 périodes (310 ans), sa radioactivité aura été divisée par 1 000 (il n'en restera que 1 milligramme).



Débris métalliques issus des structures entourant les combustibles usés (coques et embouts) qui constituent des déchets MA-VL.



1.3.

Comment sont gérés les déchets radioactifs ?

La loi française interdit le stockage en France de déchets radioactifs étrangers. Aucun déchet étranger n'est donc prévu dans Cigéo. Les déchets HA et MA-VL qui y sont destinés sont principalement issus des installations nucléaires françaises et du traitement de combustibles nucléaires français.

La politique nationale de gestion des déchets radioactifs a été **définie en France par le Parlement**. Elle a pour objectifs la réduction des volumes de déchets produits, à la source ou par le traitement, le développement de solutions

de conditionnement sûres et durables et la recherche de solutions de gestion à long terme.

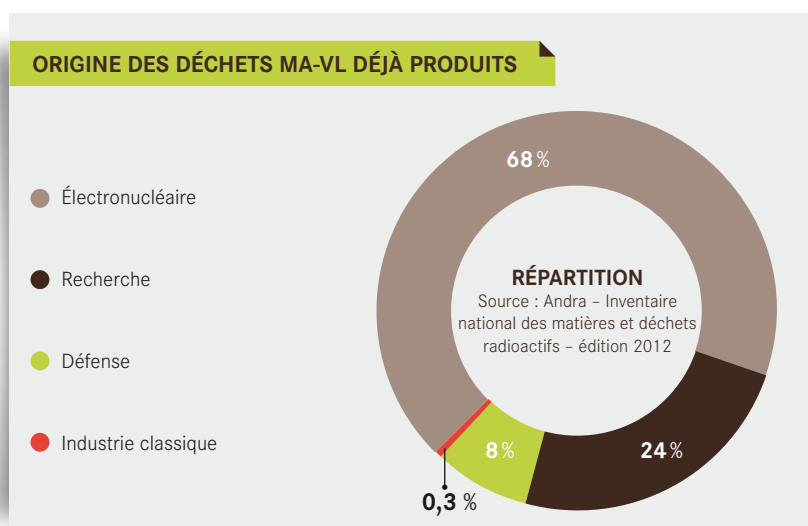
Comme de nombreux pays, la France a fait le choix de mettre en place une gestion à long terme pour tous les déchets radioactifs. Elle repose sur le **stockage définitif qui permet d'isoler les déchets tant qu'ils sont dangereux** afin que la radioactivité qui se retrouve au contact de l'homme et l'environnement ne présente pas de risque pour la santé.

Dans les années 1950-1960, les déchets radioactifs de faible activité étaient gérés par immersion pour profiter de la dilution apportée par le milieu marin. Le premier centre de stockage français de déchets radioactifs a été ouvert dans le département de la Manche en 1969. Son exploitation s'est terminée en 1994. L'Andra en assure désormais la surveillance. **Aujourd'hui, les deux centres de stockage exploités par l'Andra dans le département de l'Aube permettent de stocker plus de 90 % du volume de déchets radioactifs produits chaque année en France : ceux ayant une très faible activité ou une durée de vie courte.**

Pour compléter ce système industriel, **l'Andra est chargée d'étudier la conception de centres de stockage adaptés pour les déchets ayant une forte radioactivité ou une durée de vie longue.** En attendant, les déchets concernés sont entreposés provisoirement dans des installations spécifiques.

1.4.

Quels déchets sont destinés à Cigéo ?



Cigéo est conçu pour stocker les **déchets dont le niveau de radioactivité et la durée de vie ne permettent pas de les stocker, de manière sûre à long terme, en surface ou dans le centre de stockage à faible profondeur également étudié par l'Andra.**

Les déchets de **haute activité (HA)** et de **moyenne activité à vie longue (MA-VL)** proviennent principalement du secteur de l'industrie électronucléaire et des activités de recherche associées, ainsi que, dans une moindre part, des activités liées à la Défense nationale.

LES DÉCHETS DE MOYENNE ACTIVITÉ À VIE LONGUE (MA-VL)

Les déchets MA-VL sont variés :

- résidus issus du traitement des combustibles



nucléaires usés (utilisés pour la production d'électricité ou pour la propulsion de sous-marins et de navires de la Marine nationale) et de la fabrication de certains combustibles (combustibles mixtes composés d'uranium et de plutonium, dits « MOX ») ;

- **composants** (hors combustible) ayant séjourné dans les réacteurs nucléaires ;
- **déchets technologiques** issus de la maintenance des installations nucléaires, de laboratoires, d'installations liées à la Défense nationale, du démantèlement...

Plusieurs modes de conditionnement sont mis en œuvre suivant la nature des déchets (vitrification, cimentation, bitumage). Le conditionnement des déchets consiste à les solidifier et à les immobiliser sous une forme non dispersable et à les placer dans un conteneur qui en facilite la manutention et l'entreposage.

Les déchets MA-VL ont un niveau de radioactivité qui se situe généralement entre un million et un milliard de becquerels par gramme. Ils contiennent des quantités importantes de radionucléides à vie longue.

Certains de ces déchets émettent des gaz radioactifs en faible quantité : tritium, carbone 14 et krypton 85 principalement. Par ailleurs, certains déchets contiennent des matières organiques (polymères, cellulose...) qui produisent, par radiolyse, des gaz tels que l'hydrogène.

Les déchets MA-VL déjà produits fin 2010 représentent :

- **3 % du volume total** des déchets radioactifs
- **~ 4 % de la radioactivité totale** des déchets radioactifs.

LES DÉCHETS DE HAUTE ACTIVITÉ (HA)

Les déchets de haute activité (HA) correspondent principalement aux **résidus hautement radioactifs issus du traitement des combustibles usés** (principalement ceux utilisés pour la production d'électricité et, dans une très faible part, ceux liés aux activités de la Défense nationale).

Leur niveau de radioactivité est de plusieurs milliards à plusieurs dizaines de milliards de becquerels par gramme. Ils contiennent différents radionucléides, à vie courte ou à vie longue, dont certains ont des durées de vie très longues comme le chlore 36 (période de 300 000 ans) ou l'iode 129 (période de 16 millions d'années). En raison de la présence de certains produits de fission (notamment le strontium 90 et le césium 137) et de certains actinides (essentiellement l'américium 241), **ces déchets dégagent de la chaleur.**

Les résidus de haute activité issus du traitement sont entreposés dans des cuves avant d'être calcinés sous forme de poudre puis incorporés à une pâte de verre en fusion dont la capacité de confinement est élevée et durable. Ils sont ensuite coulés dans un colis en inox. Un colis de déchets HA contient environ 400 kg de verre pour environ 70 kg de déchets.

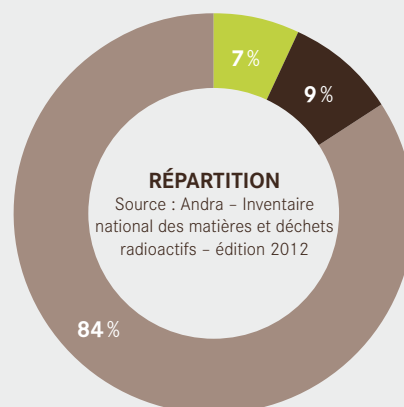
Les déchets HA déjà produits fin 2010 représentent :

- **0,2 % du volume total** des déchets radioactifs
- **~ 96 % de la radioactivité totale** des déchets radioactifs.



ORIGINE DES DÉCHETS HA DÉJÀ PRODUITS

- Électronucléaire
- Recherche
- Défense





LES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES ET LEUR TRAITEMENT

LES COMBUSTIBLES USÉS DANS CIGÉO ?

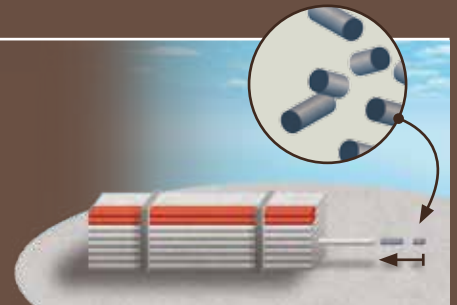
En France, les combustibles usés issus de la production électronucléaire ne sont pas considérés comme des déchets mais comme des matières pouvant être valorisées. À ce titre, ils ne sont pas destinés à être stockés. Seuls les combustibles usés du réacteur à eau lourde de Brennilis (environ 27 m³), qui représentent un potentiel de valorisation insuffisant, sont destinés à être stockés dans Cigéo.

Les centrales nucléaires fonctionnent grâce à des combustibles composés, pour la plupart, d'uranium. Après quelques années au cœur des réacteurs, ces combustibles deviennent moins performants et sont retirés du réacteur. La France a fait le choix de traiter ces combustibles, dits usés, afin de récupérer les matières radioactives qu'ils contiennent et qui peuvent être réutilisées.

1

FABRICATION DU COMBUSTIBLE

À l'état naturel, l'uranium contient un mélange d'uranium 238 et d'uranium 235. Il est enrichi pour augmenter sa teneur en uranium 235, fissile, avant d'être mis sous forme de pastilles pour servir de combustible.



2

UTILISATION EN RÉACTEUR

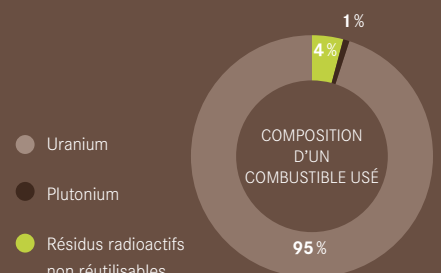
Une fois placés dans le réacteur, les combustibles nucléaires produisent de l'énergie par fission pendant trois ou quatre ans au terme desquels ils sont moins performants. Ils sont alors retirés des réacteurs puis placés plusieurs mois dans une piscine de refroidissement, près du réacteur, afin de faire baisser leur température.



3

TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES USÉS

Les combustibles usés sont traités à l'usine Areva NC de La Hague. Les structures métalliques entourant ces combustibles sont cisaillées en petits tronçons. Ils sont dissous dans une solution chimique afin de séparer les matières radioactives réutilisables (uranium et plutonium) des résidus hautement radioactifs non réutilisables.



4

RECYCLAGE

La totalité du plutonium et une partie de l'uranium récupéré servent à la fabrication de nouveaux combustibles (MOX). Le reste de l'uranium récupéré est conservé dans l'attente d'une future utilisation.

Après leur utilisation dans des centrales d'EDF, les combustibles MOX usés sont entreposés en vue d'un recyclage dans les réacteurs du futur.



1.5. Les volumes de déchets prévus dans Cigéo

LES HYPOTHÈSES RETENUES POUR LE DIMENSIONNEMENT DE CIGÉO

Le scénario pris en référence aujourd'hui pour le dimensionnement de Cigéo est une **poursuite de la production électronucléaire avec une hypothèse de durée de fonctionnement des installations existantes de 50 ans**. Cette hypothèse ne préjuge pas de la décision des autorités publiques d'autoriser ou non un allongement de la durée d'exploitation des réacteurs. Les déchets qui seront produits par les installations nucléaires en cours de construction sont également pris en compte (EPR de Flamanville, réacteur expérimental Jules Horowitz, installation de recherche ITER).

Les déchets produits par un éventuel futur parc de réacteurs ne sont pas pris en compte.

Les volumes de déchets HA et MA-VL qui pourraient être stockés dans Cigéo sont ainsi estimés à :

- environ **10 000 m³ pour les déchets HA** (soit environ 60 000 colis) ;
- environ **70 000 m³ pour les déchets MA-VL** (soit environ 180 000 colis).

Ces volumes correspondent aux déchets conditionnés par leur producteur. Les colis de déchets seront ensuite placés dans un conteneur de stockage. Les volumes de déchets ainsi conditionnés en colis de stockage seront de l'ordre de 30 000 m³ pour les déchets HA et de l'ordre de 350 000 m³ pour les déchets MA-VL.



Par précaution, **des volumes supplémentaires de déchets sont prévus en réserve dans Cigéo**. Ces volumes potentiels correspondent :

- aux **déchets qui seraient produits par l'exploitation et le démantèlement d'un deuxième réacteur EPR**, prévu par la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité pour la période 2009-2020 (environ 200 m³ de déchets HA et 500 m³ de déchets MA-VL)
- aux **déchets qui, le cas échéant, ne pourraient pas être stockés dans le stockage à faible profondeur** aujourd'hui à l'étude par l'Andra pour les déchets FA-VL (réserve d'environ 20 % du volume de déchets MA-VL à stocker).

L'inventaire autorisé de Cigéo sera fixé par le décret d'autorisation de création du Centre. Toute évolution notable de cet inventaire devra faire l'objet d'un nouveau processus d'autorisation, comprenant notamment une enquête publique et un nouveau décret d'autorisation.



Colis béton de déchets MA-VL
(1 m 50 de hauteur, 1 m de diamètre, ~ 2 tonnes).



LES DÉCHETS DÉJÀ PRODUITS OU QUI SERONT INÉVITABLEMENT PRODUITS

Cigéo devra prendre en charge, en tout premier lieu, les déchets **HA et MA-VL déjà produits** ainsi que ceux qui seront inévitablement produits quels que soient les choix énergétiques futurs. Ces derniers sont **les déchets produits par le démantèlement** des installations nucléaires actuelles et **les déchets issus du traitement des combustibles usés déjà produits**.

» LES VOLUMES PRÉSENTÉS CORRESPONDENT À UN ÉTAT DES LIEUX EFFECTUÉ À FIN 2010

	Déchets déjà produits	Déchets qui seront issus du démantèlement	Déchets issus du traitement des 38 200 assemblages de combustibles usés déjà produits	Total
HA	~ 2 700 m ³	0 m ³	~ 3 000 m ³	~ 5 700 m ³
MA-VL	~ 40 000 m ³	~ 12 500 m ³	~ 5 000 m ³	~ 57 500 m ³

L'IMPACT DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE SUR L'INVENTAIRE DE CIGÉO

La nature et le volume des déchets qui pourraient être produits dans les années à venir dépendent des choix politiques sur le devenir de l'industrie électronucléaire. Différents scénarios, volontairement contrastés, sont présentés dans l'édition 2012 de l'*Inventaire national* de l'Andra.

Cigéo est **conçu pour être flexible afin de pouvoir s'adapter à d'éventuels changements de la politique énergétique** et à ses conséquences sur la nature et les volumes de déchets qui seraient alors produits. Compte tenu du volume des déchets déjà existants à stocker, l'impact d'un changement de politique énergétique n'aurait de conséquences sur l'exploitation de Cigéo qu'à l'horizon 2070.

1/ ÉVOLUTION PRÉVISIONNELLE DES VOLUMES DES DÉCHETS HA ET MA-VL EN CAS DE POURSUITE DE L'INDUSTRIE ÉLECTRONUCLÉAIRE

Ce scénario envisage la poursuite de l'industrie électronucléaire et de la stratégie française actuelle de traitement des combustibles nucléaires usés. Il est fondé sur différentes hypothèses dont :

- **le traitement de tous les combustibles consommés** par le parc de 59 réacteurs (58 REP en fonctionnement et l'EPR de Flamanville) ;
- **la disponibilité d'un nouveau parc de réacteurs** capable de consommer le plutonium qui ne sera pas recyclé dans le parc actuel.

Le volume des déchets produits par les installations existantes dans le cas de ce scénario dépend de la durée de fonctionnement des réacteurs. Les déchets produits par un éventuel futur parc de réacteurs ne sont pas pris en compte.



Colis de déchets HA vitrifiés
(1 m 30 de hauteur, 43 cm de diamètre, ~ 500 kg).



	Fin de l'exploitation des installations existantes (en fonction de la durée de fonctionnement des réacteurs)		
	40 ans	50 ans*	60 ans
HA	~ 8 000 m ³	~ 10 000 m ³	~ 12 000 m ³
MA-VL	~ 67 500 m ³	~ 70 000 m ³	~ 72 500 m ³

*Hypothèse retenue pour le dimensionnement de Cigéo.

2/ ÉVOLUTION PRÉVISIONNELLE DE LA NATURE ET DU VOLUME DES DÉCHETS HA ET MA-VL EN CAS DE NON RENOUVELLEMENT DE LA PRODUCTION ÉLECTRONUCLÉAIRE

L'*Inventaire national* retient comme hypothèses pour ce scénario :

- **durée de fonctionnement de 40 ans** pour l'ensemble des réacteurs ;
- **arrêt du traitement des combustibles usés en 2019** afin d'éviter de récupérer le plutonium dont le recyclage ne serait plus possible sous forme de combustible MOX compte tenu de l'arrêt des réacteurs pouvant fonctionner avec ce type de combustible ;
- **stockage direct des combustibles usés** qui seraient alors considérés comme des déchets.



Assemblages de combustible.

HA**	CU UOX*	~ 50 000 assemblages
	CU RNR*	~ 1 000 assemblages
	CU MOX*	~ 6 000 assemblages
	Déchets vitrifiés	~ 3 500 m ³
MA-VL		~ 59 000 m ³

* Combustibles usés de type UOX (oxydes d'uranium), de type RNR (réacteurs à neutrons rapides) et de type MOX (mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium).

** Une fois conditionnés, les 57 000 assemblages de combustibles usés représenteraient un volume d'environ 90 000 m³.





SAURAIT-ON STOCKER LES COMBUSTIBLES USÉS S'ILS ÉTAIENT FINALEMENT CONSIDÉRÉS COMME DES DÉCHETS ?

Pour tenir compte de toutes les orientations possibles, le stockage profond des combustibles usés avait été étudié par l'Andra dans le cadre de la loi de 1991 et sa faisabilité de principe avait alors été démontrée en 2005. L'étude a montré un impact radiologique à très long terme plus élevé que pour les déchets issus du traitement des combustibles usés mais restant très inférieur à l'impact de la radioactivité naturelle.

L'Andra continue, notamment en lien avec le CEA, à mener des études sur le stockage direct de combustibles usés conformément au Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, qui lui demande de vérifier par précaution que les concepts de stockage retenus pour Cigéo restent compatibles avec l'hypothèse du stockage direct de combustibles usés si ceux-ci étaient un jour considérés comme des déchets. Dans une telle hypothèse, le stockage des combustibles usés qui, comme l'essentiel des déchets HA, doivent refroidir plusieurs dizaines d'années, n'interviendrait pas avant l'horizon 2070/2080.

L'Andra a proposé en 2012 un programme d'études complémentaires sur les options techniques qui seraient à mettre en œuvre pour leur stockage éventuel.

1.6. Où sont les déchets HA et MA-VL en attendant de pouvoir être stockés ?

PRINCIPAUX SITES D'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS HA ET MA-VL



Dans l'attente de la mise en service de Cigéo, les colis de déchets HA et MA-VL déjà produits sont provisoirement entreposés à sec dans des bâtiments sur leur site de production, principalement à La Hague (Manche), Marcoule (Gard), Cadarache (Bouches-du-Rhône) et, pour un volume limité, à Valduc (Côte-d'Or). Une installation d'entreposage pour certains déchets issus de l'exploitation et du démantèlement des réacteurs est en cours de construction sur le site de Bugey (Ain).

Plus de 40 000 m³ de déchets HA et MA-VL sont déjà produits et entreposés sur ces différents sites.

Si Cigéo est autorisé, les colis de déchets seront transférés vers le centre de stockage au fur et à mesure de son exploitation. Certains déchets, notamment les déchets HA qui dégagent de la chaleur, devront tout de même rester entreposés plusieurs dizaines d'années dans ces entrepôts pour permettre leur refroidissement avant de pouvoir être stockés définitivement.

Si Cigéo n'est pas autorisé, de nouvelles capacités d'entreposage seront nécessaires pour accueillir les déchets HA et MA-VL futurs et remplacer les entrepôts dont la durée de vie arriverait à son terme.



Hall d'entreposage de colis de déchets HA sur le site de l'usine Areva NC à La Hague (Manche).