

LA GAZETTE NUCLEAIRE

Prix : 6 € • Abonnement (1 an) :
France : 24 €
Étranger : 30 €
Soutien : à partir de 30 €

Publication du Groupement de
Scientifiques pour l'Information sur
l'Énergie Nucléaire
(GSIEN)

50^{ème} année
INSS 0153-7431 307/308
Trimestriel
Février 2026

CIGÉO à Bure Bilan déchets du retraitement à La Hague des combustibles irradiés

EDITORIAL

Des acteurs du programme nucléaire pour évaluer le soutien aux ENR électriques... Mais pendant ce temps là...

- Après la fusion à marche forcée de l'ASN (Autorité de Sécurité Nucléaire) avec l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire) pour créer l'ASNR (Autorité de Sécurité Nucléaire et de Radioprotection) ;
- Après la nomination à la Présidence de l'ASNR de l'ancien PDG de l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs), Maître d'Ouvrage du projet d'enfouissement GIGEO (centre industriel de stockage géologique) dans la Meuse et la Haute Marne ;

Le 3 décembre, le Premier Ministre a confié aux anciens PDG d'EDF et DG de la CRE (Commission de Régulation de l'Énergie) une mission sur l'optimisation des soutiens publics aux énergies renouvelables électriques. Que les dispositifs de soutien financés par le budget de l'État soient optimisés n'a rien d'illégitime. Ceux-ci ont d'ailleurs déjà fait et font régulièrement l'objet de nombreux audits (de la CRE, de la Cour des Comptes ...) et d'évolutions pour s'adapter au contexte économique et industriel.

Mais la désignation de l'ancien PDG d'EDF, « bras armé » de la politique nucléaire de l'État, pour mener cette mission ne peut que légitimement interpellé et interroger.

Ah si la filière nucléaire pouvait faire l'objet de tant d'égards et de suivi aussi scrupuleux sur les soutiens financiers qu'elle reçoit (par centaines de millions d'euros) et sur les dérives financières qu'elle connaît sur de nombreux projets actuels (EPRs, ITER, CIGEO ...) ou connaîtra sur ceux à venir (SMR, démantèlements de premières installations ...) ...

Mais cela, c'est une autre histoire ! Car pendant ce temps-là, les mauvaises nouvelles continuent de pleuvoir :

- L'ANDRA, en mai 2025, a remis au Ministre chargé de l'Industrie et de l'Énergie un rapport sur le chiffre du projet CIGEO pour le stockage géologique profond des déchets radioactifs les plus dangereux - de haute activité (HA) et de moyenne

SOMMAIRE

Éditorial	
Cigéo en quelques chiffres	3
Alternative à Cigéo (Global Chance)	4
Les déchets radioactifs	5
Projet Cigéo	10
Déchets HA	15
Déchets MA-VL	21
Conteneurs de stockage	24
Bilan retraitement La Hague	26
Déchets de retraitement	31
Graphite FA-VL au CSA...	32
Matières recyclables Vs recyclées	33
Déchets nucléaires hors bilan	34
Mine d'uranium et radon (CRIIRAD)	36
L'OMS ne répond plus (AMFPGN)	38
Accident ferroviaire (ACRO)	39
Coup de frein EPR 2 du Bugey	39
EPR Flamanville 3 à 100% mais...	40
Courts-circuits salés à Flamanville	41
Dérive du coûts du projet EPR 2	42
Contaminations à Brennilis	42
Site de Hanford (P. Thasitis)	43
Dictionnaire du nucléaire (T. Gadault)	59

www.gazettenucleaire.org

Email : contact@gazettenucleaire.org

Abonnement, courrier, soutien :

GSIEN - La Gazette Nucléaire
9 rue du Parana
BP 70412
91940 Les Ulis – Courtaboeuf

activité à vis longue (MA-VL). **L'ANDRA estime que le coût de CIGEO pourrait aller jusqu'à 37,5 milliards d'euros** au lieu des 25 milliards annoncés à l'époque par la Ministre Ségolène ROYAL.

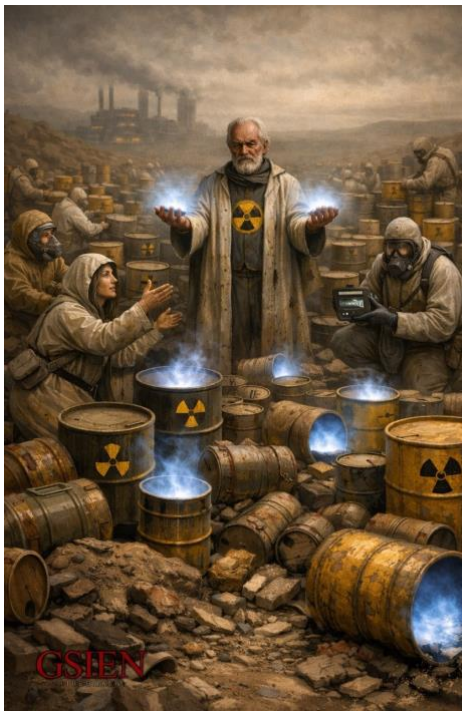
- EDF, ce 18 décembre 2025, a publié une révision majeure de son chiffrage pour la construction de six réacteurs de type EPR2 sur les sites de Penly, Gravelines et Bugey. Estimé à 72,8 milliards d'euros (valeur 2020, hors charges financières), la facture des nouveaux EPR dépasse dorénavant largement les projections initiales. Au final, depuis l'addition initiale de 51,7 milliards d'euros, le coût du programme a donc déjà flambé d'environ 40 % (voir article ci-après).

- EPR d'Hinkley Point C au Royaume-Uni : nouvelle rallonge de calendrier et nouveaux surcoûts en perspective pour le chantier. Après l'annonce, en mai 2024, d'un retard supplémentaire d'un an et de coûts additionnels d'au moins 3 milliards de livres, EDF a de nouveau annoncé fin septembre 2025 un nouveau planning. Le chantier devrait être retardé d'au moins deux années supplémentaires, voire quatre. Autrement dit la mise en service de la première unité qui avait déjà été repoussée à juin 2027, interviendra désormais en 2029 au plus tôt, voire en 2031.

- Dans le secteur des SMR (Small Mythical Reactor comme nous les avions rebaptisés dans la Gazette nucléaire [n° 302](#)) : l'avenir de Newcleo, la plus grosse start-up européenne du nucléaire, est en redressement judiciaire. D'après un audit de ses comptes il existe un risque important pour la capacité du groupe à poursuivre son activité s'il ne parvient pas à obtenir un nouveau financement dans les prochains mois.

De son côté Naarea, "pépète" des microréacteurs à sels fondus, a été placée en redressement judiciaire ce 3 septembre 2025. Lauréate des premiers appels à projet pour « réacteurs innovants » dans le cadre du plan d'investissement France 2030, Naarea avait décroché 10 millions d'euros d'argent public pour accélérer son prototype.

Enfin, Jimmy a déposé la première demande d'autorisation de construction pour un petit réacteur nucléaire



Le fardeau des générations futures

adossé à une sucrerie de Cristal Union, mais la start-up doit revoir le design et le calendrier de sa chaudière nucléaire graphite gaz. Elle n'était plus compétitive. Début 2025, Jimmy a donc décidé de simplifier le design de sa chaudière nucléaire graphite gaz et d'en augmenter la puissance pour tenter de rester compétitif.

Ces derniers mois ayant été marqués par deux débats publics sur la question des déchets :

- L'un autour du projet de Technocentre à Fessenheim pour traiter les déchets métalliques TFA (Très faiblement actifs) voire FA (Faiblement actifs) issus du début démantèlement du centre Georges Besse et de premiers réacteurs ;
- L'autre sur le PNGMDR (Plan National de Gestion des Déchets et Matières Radioactives) 2027-2031.

Nous avons donc choisi de consacrer en grande partie cette nouvelle Gazette Nucléaire au thème des déchets nucléaires et de Cigéo.

Les deux débats publics ont été l'occasion pour le GSIEN (ainsi que pour nos partenaires de l'ACRO ou de Global Chance) d'y intervenir de diverses manières : intervention de Jean-Marie BROM, au nom du GSIEN, à toutes les réunions du débat de la CNDP sur Fessenheim

(Octobre 2024 - Février 2025), au webinaire sur les déchets FA-VL (Faible activité à vie longue) et rédaction de deux cahiers d'acteurs (disponibles sur les sites dédiés de la CNDP ou sur le site du GSIEN).

Par ailleurs concernant le Technocentre, nous recommandons aussi en complément la lecture d'un article de Thierry de Larochelambert (*Analyse critique du projet de technocentre EDF (installation de valorisation de métaux très faiblement radioactifs) à Fessenheim (Haut-Rhin) : faisabilité technique, risques radiologiques, incertitudes scientifiques, écologiques et économiques*, in Risques, Études et Observations 2025-2, 18 décembre 2025, CERDACC, Université de Haute-Alsace, ISSN : 2110-5537.

[Riseo, 18/12/25](#)

D'une manière générale ces deux débats publics illustrent bien la complexité et la difficulté, voire l'impossibilité à ce jour, pour la filière nucléaire de disposer de solutions pérennes, sûres et économiquement soutenables.

Pour rester sur le thème des déchets nucléaires, nous avons ouvert nos colonnes à Paris Thasitis, juriste spécialisé en droit de l'énergie. Son article revient sur la catastrophe environnementale du site de Hanford qui a produit le plutonium militaire des États-Unis (Voir aussi la Gazette nucléaire [n° 184](#)).

Enfin, nous avons le plaisir de vous annoncer la « naissance » du site internet du GSIEN qui vient compléter celui de la Gazette Nucléaire. Vous pourrez notamment y retrouver les contributions du GSIEN (avis lors de consultations publiques, cahiers d'acteur aux divers débats publics organisés par la CNDP ...), nos communiqués de presse ainsi que d'autres informations pratiques (contacts, adhésion et dons ...), autant de rubriques qui seront progressivement enrichies par de nouvelles. <https://www.gsiens.org/>

Marc DENIS - Président

Monique SENE - Présidente honoraire

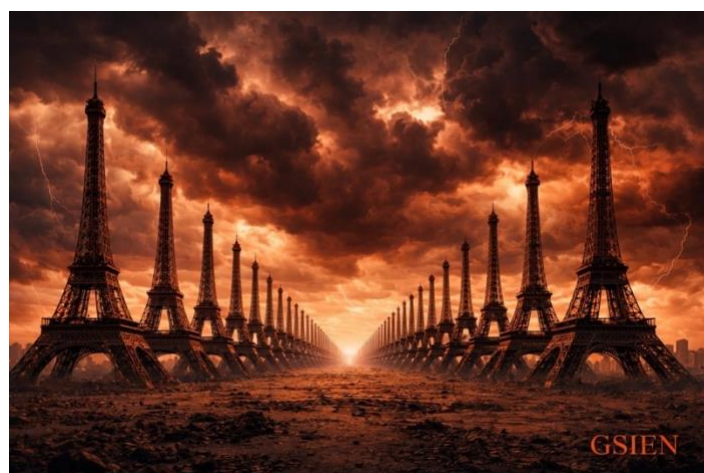
Cigéo en quelques chiffres

Un projet doublement pharaonique

« Les besoins en matériaux » pour le stockage des déchets radioactifs de l'inventaire de référence :

- « le volume global de béton nécessaire sur toute la durée de vie de Cigéo serait de l'ordre de 6 millions de m³ ;
- quantité totale de ciment consommée serait d'environ 2,25 millions de tonnes ;
- la quantité totale de sable consommée serait de 3,4 millions de tonnes ;
- la quantité totale de gravier consommée serait 4,4 millions de tonnes ;
- la quantité totale d'acier consommée serait de plus de 200 000 tonnes » [[Andra – Cigéo - Chiffres-clés](#)].

Les besoins en ciment, sable et gravier indiqués par l'Andra s'élèveraient à 10 millions de tonnes soit l'équivalent de la masse de **2 pyramides de Khéops**.



Quant aux **besoins en acier**, ils peuvent se rapporter à la masse de la charpente métallique de **28 tours Eiffel**.
(Sources Wikipédia : Pyramide de [Khéops](#) – 5 Mt ; Tour [Eiffel](#) – 7 300 t)

Les images illustrant les pages 2 et 3 ont été générées par IA.

Cigéo et les déchets nucléaires, vastes sujets...

Nous avons essayé de rassembler les principales données sur les quantités mises en jeu dans la gestion des déchets. Ceux qui sont les plus problématiques et qui n'ont aucune filière de gestion pourraient être enfouis dans le centre de stockage en projet dénommé Cigéo, acronyme de Centre industriel de stockage géologique.

Dans l'inventaire de référence de Cigéo, la communication officielle fait état de 10 000 m³ pour les seuls déchets dits de Haute activité (HA) alors que le volume réel de stockage de ces déchets serait plus proche de 24 000 m³ pour une masse de 130 000 tonnes...

En compilant les données à notre disposition, nous avons pu établir un bilan d'étape du retraitement des combustibles dans les usines de La Hague. La comparaison, en masse et volume, entre l'amoncellement de divers colis de déchets généré par le retraitement et un stockage direct des combustibles non retraités n'est pas à l'avantage du *recyclage* des combustibles, bien qu'officiellement on nous ait expliqué l'inverse.

Le "recyclage" des combustibles provoque une augmentation du volume de stockage de 220 %... pour moins de 3 % de matière réellement recyclée !

Récapitulatif de la quantité de déchets radioactifs produits lors du traitement d'environ 71 300 assemblages combustibles irradiés (hors UNGG) dans les installations d'Orano La Hague à fin 2023

Déchets HA et MA-VL (Cigéo) : 107 000 m³ – 297 000 tonnes

Déchets FA-VL et FMA-VC : 86 000 m³ – 156 000 tonnes

Total à fin 2023 : 193 000 m³ – 453 000 tonnes

Hypothèse d'un stockage direct sans retraitement des 71 300 assemblages

60 000 m³ – 350 000 tonnes

Avant d'attaquer le dur du sujet, nous débiterons cette Gazette avec la contribution de Global Chance dans laquelle Bernard Laponche, en quelques paragraphes résume l'absurdité du projet Cigéo.

Contribution de Global Chance

DOUBLE QUESTIONNEMENT SUR LE PRINCIPE DU STOCKAGE PROFOND ET SUR LE PROJET CIGEO PRESENTATION D'UNE PROPOSITION ALTERNATIVE Bernard Laponche (Global Chance)

Contre le stockage géologique profond

- Ce stockage n'élimine pas les déchets mais les enfouit dans la croûte terrestre comme l'avait fait l'immersion en fonds marins avant son interdiction.
- Les accidents sur les stockages souterrains de WIPP aux Etats-Unis, de Asse en Allemagne et de Stocamine en France (déchets chimiques) illustrent les risques et les coûts très élevés de ce type d'opération.
- Cette solution, irréversible après fermeture du site, imposerait aux générations futures une contrainte incompatible avec la décision du Conseil d'État du 23 octobre 2023.
- La reproduction d'un tel « modèle français » par tout État voulant se « débarrasser » de déchets nucléaires ou chimiques dans des galeries souterraines rudimentaires conduirait inévitablement à la pollution incontrôlable des nappes d'eaux souterraines sur des étendues considérables.



d'expertises non institutionnelles (la plus récente: Niemeyer Umwelt). L'automatisation totale des opérations pose problème.

Le projet Cigéo, conçu dans les années 2010, ne prend pas en compte les bouleversements climatiques annoncés et concrétisés par les canicules, sécheresses et inondations de ces dernières années. Ces bouleversements ne feront que s'accroître tout au long des deux siècles environ de construction et d'exploitation des installations de stockage, entre aujourd'hui et la fermeture du site.

Pour une solution alternative

- Yves Mansillon, président du CNDP présentant le bilan du débat (de 2006) affirmait :
- « *La population a montré son incrédulité totale à l'égard des prévisions à long terme (justifiant aux yeux de l'administration le choix d'un stockage géologique) : personne ne peut savoir ce qui se passera dans mille ans, dans dix mille ans. Est apparue l'idée qu'aux échéances à une ou quelques décennies il était sage d'ajouter des échéances de moyen terme (100-150 ans) ».*
- Il ajoutait : « *L'apport le plus notable du débat public est l'apparition d'une nouvelle stratégie... l'idée d'entreposage pérennisé, non plus solution provisoire, fut-elle de longue durée, mais autre solution de stockage ».*

Cette stratégie **d'entreposage pérennisé à sec et en subsurface** pour les combustibles irradiés (qui ne seraient plus retraités) et des autres déchets radioactifs en lieu et place du stockage définitif à grande profondeur recueillait le consensus du public et d'une grande partie des experts. Elle a pourtant été totalement négligée dans la loi de 2006 au profit de la stratégie soutenue par l'administration et les entreprises du nucléaire, le stockage géologique, **sans doute parce que c'est un bon moyen de faire oublier le problème qu'elles ont engendré.**

En conclusion, le message est clair : la science atomique est encore jeune (premier réacteur nucléaire à Chicago en 1942). Donnons le temps à la recherche pour nous proposer une solution acceptable et cessons de produire plus en plus de déchets nucléaires.

<https://global-chance.org/Debats-en-2006-et-2013-sur-les-alternatives-au-stockage-geologique-profond-des-dechets-nucleaires>

Contre le projet Cigéo

Dans l'hypothèse du choix du stockage profond, que dire du projet Cigéo?

La loi sur les déchets de 1991 (Loi Bataille) n'a pas été respectée, notamment sur la création de laboratoires dans le granite. La solution dite « de référence » en sous-sol « argile » a été imposée dès 1998.

- Le projet actuellement présenté par l'Andra s'étendant sur deux zones distantes d'environ 4 km et doté d'une descenderie oblique de 4,2 km a été imposé à l'Andra pour des raisons de partage des bénéfices fiscaux entre les deux départements de la Meuse et de la Haute-Marne, procédé dénoncé par l'Autorité environnementale.
- Ce projet est défavorable sur le plan de la sûreté (funiculaire), de la sécurité (surveillance et moyens d'intervention), les coûts et la mobilisation des terrains de surface (expropriations).
- La solution d'un seul site avec une descenderie verticale (500 m au lieu de 4 km), basée sur l'expérience de vingt ans du laboratoire de Bure serait largement préférable : plus sûre et très nettement moins chère, plus facile à protéger.

(voir : <https://global-chance.org/L-ETRANGE-DESCENDERIE-DE-CIGEO>).

Les risques encourus dans cette installation nucléaire de base unique en son genre (incendie, explosion d'hydrogène, panne de ventilation, criticité...) ont été bien identifiés par nombre

Les déchets radioactifs

Définition

Extraits de la "Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs" :

« Article 5

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.

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.

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

Les déchets radioactifs ultimes sont des déchets radioactifs qui ne peuvent plus être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de leur part valorisable ou par réduction de leur caractère polluant ou dangereux.

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

Le stockage de déchets radioactifs est l'opération consistant à placer ces substances dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de façon potentiellement définitive dans le respect des principes énoncés à l'article L. 542-1.

Le stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs est le stockage de ces substances dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du principe de réversibilité » [Loi n° 2006-739].

"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 de haute et moyenne activité à vie longue" :

« Article 1

L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement est ainsi modifié :

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 » [Loi n° 2016-1015].

Mais il arrive, quotidiennement, que des substances radioactives ne soient pas traitées comme des déchets nucléaires. Dans le Livre blanc sur le tritium (2019), l'ASN montre la frontière ténue existant entre déchets et rejets radioactifs :

« De manière générale, il faut rappeler que, comme toute industrie, les activités nucléaires génèrent des sous-produits, dont certains sont radioactifs, et ce quels que soient les efforts réalisés en matière de prévention, de réduction à la source, de recyclage ou de valorisation.

L'exploitant a ainsi le choix entre traiter ces sous-produits en tant que déchets avant leur élimination (tout en réduisant les volumes produits) ou, lorsque leurs caractéristiques le permettent, les rejeter sous forme d'effluents (liquides ou gazeux [radioactifs]) dans l'environnement.

Toutefois, le fait de vouloir récupérer et gérer ces sous-produits en tant que déchets en vue d'un entreposage ou d'un stockage doit conduire l'exploitant à s'interroger, dans le cadre d'une démarche d'optimisation, non seulement sur la faisabilité en termes techniques et économiques des procédés de séparation et de conditionnement nécessaires, mais également sur les gains obtenus en termes de risques et d'impact radiologique, et ce pour l'ensemble des étapes concernées (installations de séparation, de conditionnement et d'entreposage) jusqu'au stockage. En effet, en dessous d'un certain seuil de concentration en radionucléides, ceux-ci ne peuvent plus, en général, être « raisonnablement » récupérés pour des raisons techniques ou économiques ou parce que les opérations de séparation et de confinement, associées à la production de déchets, sont de nature à induire un impact radiologique sur les travailleurs et une augmentation des risques sans commune mesure avec le gain espéré pour le public. Les enjeux de sûreté et de radioprotection sont, dans ces conditions, nettement supérieurs à ceux induits par le rejet (liquide ou gazeux). Les radionucléides sont alors rejetés dans le milieu après vérification que leur impact sur le public et l'environnement reste acceptable et autorisation. Ce choix participe donc également d'une démarche visant à minimiser l'impact global de l'installation nucléaire concernée » [ASN, 2019].

Au siècle dernier, la démarche d'optimisation consistait en « **L'évacuation des radionucléides en mer** » comme l'expliquait l'AIEA en 1979 :

*« L'évacuation de tous les types de déchets dans l'océan est maintenant devenue pratique courante. Le trajet emprunté par ces déchets varie cependant selon leur nature : **les déchets liquides et les effluents sont en général évacués par des pipelines côtiers, mais une partie arrive à la mer en empruntant ces pipelines naturels que sont les grands fleuves** [souligné par nous]. Les déchets solides, les boues et parfois les déchets liquides d'origine industrielle sont transportés par bateau en haute mer et sont immergés dans des eaux plus profondes » [AIEA, 1979].*

En 2025, l'Andra communique pudiquement sur les rejets de déchets radioactifs en mer : « *Quelques milliers de tonnes de déchets ont ainsi été immergées par la France entre 1967 et 1982. Depuis 1993, toute immersion de déchets radioactifs est définitivement interdite* » [Les essentiels - Andra, 2025].

A noter qu'en juin/juillet 2025, le CNRS en partenariat avec l'IFREMER et l'ASNR viennent de mener la mission « Nodssum » dans l'océan Atlantique. Elle a permis de cartographier 3 350 fûts sur 163 km², soit une densité de 20 fûts par kilomètre-carré. En 17 plongées, UlyX (submersible autonome de l'Ifremer équipé d'un sonar à

très haute résolution) a ainsi pu prendre 50 fûts en photo. « *Il y a des fûts quasiment intacts et d'autres extrêmement dégradés* », a décrit Patrick Chardon, co-chef de la mission et ingénieur en métrologie nucléaire (CNRS, Université de Clermont Auvergne).

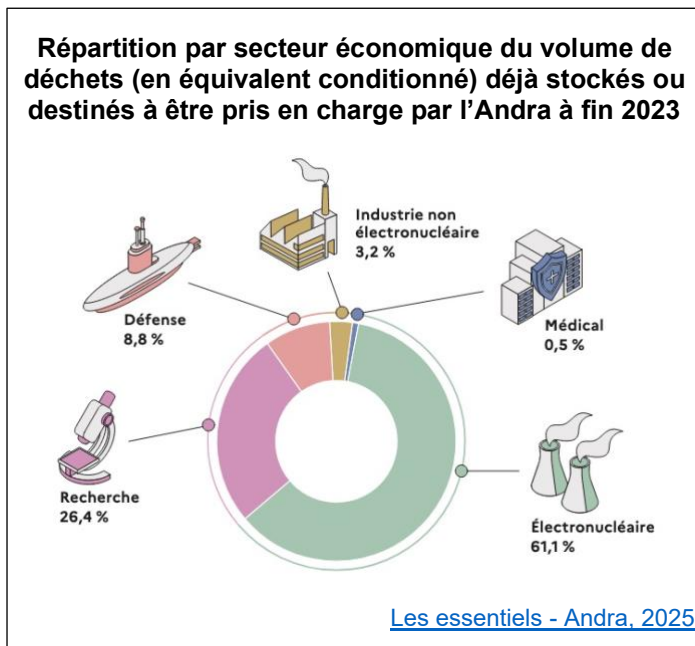
Les scientifiques ont prélevé plus de 300 échantillons de sédiments dans la vase à 150 mètres des fûts. Ils ont capturé 17 grenadiers, des poissons vivant dans les abysses, et remonté 5 000 litres d'eau.

Tous ces prélèvements vont faire l'objet de mesures très fines en laboratoire dans les prochains mois pour évaluer leur contamination éventuelle par des éléments radioactifs [[CNRS - Nodssum](#) et [Le Monde, 11/07/25](#)].

Ce n'était certes pas une bonne pratique d'immerger des fûts de déchets en mer mais il est à noter que les pipelines naturels que sont les grands fleuves et les pipelines côtiers sont encore aujourd'hui utilisés pour évacuer des sous-produits radioactifs liquides, presque toujours dans le respect des arrêtés de rejets taillés à la mesure de l'industrie nucléaire.

Origine

Les déchets radioactifs proviennent principalement de l'exploitation et de la maintenance de l'industrie électronucléaire (61,1 %), mais aussi des laboratoires de Recherche, des activités militaires, de l'industrie non nucléaire et, pour une faible part, du domaine médical (Cf. figure ci-dessous).



Résumé succinct avec EDF : « *Les déchets radioactifs issus de l'industrie électronucléaire proviennent :*

- De la production d'énergie dans les centrales nucléaires ;
- De la déconstruction des installations nucléaires ;
- Du recyclage du combustible nucléaire usé » [[EDF, 23/03/25](#)].

Cette industrie génère également des déchets radioactifs lors de la fabrication du combustible nucléaire : extraction du minerai, concentration de l'uranium naturel (yellow cake), purification, conversion chimique (UF₄ puis UF₆),

enrichissement et transformation en oxyde (UO₂) permettant la fabrication des pastilles de combustible.

Origine de la radioactivité dans un réacteur nucléaire avec le *Memento de la radioprotection en exploitation* d'EDF :

« On désigne par "terme source" l'ensemble des radionucléides présents dans un réacteur du fait des réactions nucléaires.

(...)

Les radionucléides qui se forment dans le cœur du réacteur sont dus aux multiples réactions nucléaires provoquées par l'intense flux de neutrons qui y règne.

On distingue trois grands types de réactions :

1 - Environ 40 % des neutrons provoquent des réactions de fission sur les noyaux lourds dits « fissiles » présents dans le combustible, principalement l'uranium 235 et le plutonium 239. Ces fissions libèrent de l'énergie (celle-ci apparaît sous forme de chaleur dans le combustible), elles émettent des photons gamma (appelés gamma instantanés de fission) et plusieurs neutrons, 2,5 en moyenne, ce qui permet d'entretenir la réaction en chaîne. Enfin, elles créent des nucléides radioactifs, les **produits de fission**.

2 - Environ 25 % des neutrons sont capturés par des noyaux lourds dits « fertiles » qui peuvent se transformer en noyaux "fissiles" : ainsi l'uranium 238, présent en grande quantité dans le combustible, va se trouver partiellement transformé en plutonium 239. Ce plutonium 239 participe à la réaction en chaîne en subissant la réaction de fission, mais il capture aussi des neutrons pour devenir plutonium 240, puis plutonium 241, ce qui est le point de départ d'une série de réactions créant des noyaux radioactifs plus lourds. Les nucléides radioactifs qui se forment ainsi, isotopes des éléments au-delà de l'uranium – neptunium, plutonium, américium, curium, ... – constituent la chaîne des **actinides**.

3 - Les neutrons restants (environ 35 %) disparaissent en étant capturés par d'autres types de noyaux présents dans le réacteur - matériaux de structure, eau primaire, corps dissous dans l'eau - ce qui conduit à l'émission de photons gamma et à la création de **produits d'activation**.

Les produits de fission, les actinides et les produits d'activation constituent les trois grands volets du terme source qu'il faut prendre en compte sur le plan de la radioprotection.

(...)

Migration des produits de fission hors des crayons combustibles

Les produits de fission restent normalement confinés à l'intérieur de la gaine des crayons combustibles. Leur présence dans le fluide primaire en fonctionnement normal ne peut cependant pas être totalement évitée en raison de la présence de noyaux fissiles à l'état de trace sur la surface des crayons. Mais **l'essentiel de la contamination du circuit primaire en produits de fission provient de l'inétanchéité de quelques crayons du cœur** (à comparer aux 41 000 à 54 000 crayons présents dans le cœur d'un réacteur). De petits défauts peuvent alors conduire à la contamination du fluide primaire par les éléments les plus solubles tels que les gaz rares, les isotopes de l'iode et ceux du césium. Dans le circuit primaire, en fonctionnement normal, en présence

d'un défaut, les gaz rares sortent aisément du crayon défectueux. Il n'en est pas de même pour les isotopes de l'iode qui restent davantage piégés à l'intérieur du crayon, mais qui peuvent être relâchés dans le fluide primaire lors d'une baisse de pression ou de température du circuit » [EDF, 2014].

Origine de la radioactivité des déchets d'une centrale nucléaire :

- « La principale source d'activité des déchets est l'eau primaire. Cela concerne les filtres et les résines ainsi que les concentrats d'évaporateur de boues. **L'eau primaire transite vers les déchets via le RCV (circuit contrôle volumétrique et chimique) et les fuites primaires.**
- Les déchets technologiques, de faible activité issus principalement d'opérations de maintenance, sont eux essentiellement contaminés par les dépôts actifs présents à l'intérieur des circuits.
- Les déchets technologiques irradiants peuvent être activés (s'ils étaient soumis au flux neutronique) ou contaminés (dépôts actifs) ou éventuellement activés et contaminés » [Détermination de l'activité des colis de déchets radioactifs – EDF St Laurent, 8/06/1993 (Archive GSIEN)].

Classification

La quadrature du cercle ?

« Les déchets radioactifs sont très divers. La plupart d'entre eux contiennent le même type de substances, chimiques ou radioactives, mais dans des quantités plus ou moins importantes. En fonction de leur composition, ils sont donc plus ou moins dangereux, pendant plus ou moins longtemps.

Pour permettre une gestion la plus adaptée à leur nature et la plus sûre possible, les déchets sont classés en catégories présentant des caractéristiques similaires.

En France, cette classification repose notamment sur deux paramètres, qui donnent leur nom aux déchets :

- leur niveau de radioactivité : en fonction de la quantité et de la nature des substances qu'ils contiennent, ces déchets sont très faiblement, faiblement, moyennement ou hautement radioactifs ;
- leur durée de vie : qui dépend du temps pendant lequel les substances qu'ils contiennent resteront radioactives. Les déchets contiennent tous un mélange de substances à vie courte (période radioactive ≤ 31 ans) et à vie longue (période > 31 ans). Mais par simplification, les déchets contenant une majorité de substances à vie courte sont appelés déchets à vie courte, et inversement » [Andra, Classification des déchets radioactifs].

Le tri des déchets n'est qu'approximatif en raison de ce mélange entre radioéléments de périodes radioactives différentes.

Mais ce n'est pas aussi simpliste qu'on nous l'explique. Tout d'abord, il ne faut pas confondre la durée de vie d'une

substance et sa période radioactive. La période définit l'intervalle de temps au bout duquel l'activité du radioélément a été divisée par deux. L'activité radioactive diminue avec le temps mais dans certains cas, l'élément transmuté peut donner un autre élément radioactif comme par exemple le plutonium 241 présent dans un colis de déchets.

Avec une période de 14,4 ans, ^{241}Pu est classé dans les éléments à vie courte. Sa désintégration engendre un élément à vie longue, l'américium 241 (432 ans de période). Compte-tenu de la différence entre les périodes de ^{241}Pu et ^{241}Am , ce dernier va s'accumuler dans le colis de déchets à mesure que l'activité de ^{241}Pu décroît.

Et la filiation radioactive de ^{241}Am est le neptunium 237, un radioélément de très longue période : 2,14 millions d'années...

La classification ne peut donc être qu'administrative.

C'est le Centre de stockage de l'Aube (CSA) qui accueille « Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) ». Il est géré par l'Andra qui indiquait en 2015 à propos de la durée de stockage : « Les colis de déchets FMA-VC contiennent essentiellement des atomes radioactifs à vie courte (période radioactive inférieure ou égale à 31 ans). **Du fait de la décroissance radioactive, ces déchets ne présenteront plus de risque radiologique pour l'homme et l'environnement au bout de 300 ans** » comme on peut s'en rendre avec la copie d'écran (Cf. ci-dessous) réalisée en 2016 [Archive GSIEN].

The screenshot shows the Andra website interface. At the top, there's a navigation bar with 'Aube', 'Manche', and 'Meuse/Haute-Marne' selected. Below this is a large image of the CSA facility. On the left, a sidebar lists various links: 'Accueil', 'L'Andra dans l'Aube', 'Le CSA' (with sub-links for 'Le Centre de stockage de l'Aube', 'Les déchets FMA-VC', 'L'itinéraire des déchets FMA-VC', and 'La surveillance de l'environnement'), 'Le Cires', and 'Visiter les centres'. The main content area is titled 'Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte' and contains text explaining that FMA-VC waste is primarily from maintenance and nuclear installations, and that it will no longer pose a radiological risk after 300 years due to radioactive decay. A section titled 'Classification des déchets radioactifs' also mentions that FMA waste contains short-lived radioactive atoms and will no longer pose a risk after 300 years.

Aujourd'hui, la communication de l'Andra sur la radioactivité des « substances radioactives » présentes dans le centre de stockage de l'Aube est un peu plus nuancée : « elles ne présenteront plus de risque au bout de 300 ans environ [souligné par nous], du fait de la décroissance naturelle de la radioactivité » [Andra, Classification des déchets radioactifs].

Prudence aussi chez EDF dans l'emploi du vocabulaire :

« Les déchets dits « à vie courte »

- proviennent de l'exploitation, de la maintenance et la déconstruction des centrales nucléaires (filtres, pièces usagées, outillage, gravats...) ;
- sont compactés dans des fûts en acier ou en béton pour être transportés et stockés dans des cellules de béton

au centre de stockage de l'Andra à Soulaines ou à Morvilliers dans l'Aube ;

- représentent 90 % du volume total des déchets radioactifs et contiennent 0,1 % de la radioactivité totale ;
- perdent la moitié de leur radioactivité sur des durées inférieures ou égales à 31 ans, ce qui les rend presque [souligné par nous] complètement inactifs au bout de 300 ans » [EDF, 23/03/25].

EDF n'évoque pas la présence de radioélément à vie longue au sein de ses déchets dits « à vie courte » mais le mot *presque* est révélateur : certains déchets présents dans le centre de l'Aube ne seront pas *complètement inactifs* après 300 années de stockage (Cf. article Des déchets de graphite à vie longue envoyés dans les centres de stockage de déchets à vie courte - Page 32).

« Les déchets dits « à vie longue »

- sont principalement issus du traitement du combustible nucléaire usé ;
- sont transportés puis traités à l'usine AREVA de La Hague où **95 % sont recyclés sous la forme de nouveau combustible utilisable dans les centrales ou de matières valorisables** et où 5 % sont transformés en déchets vitrifiés et entreposés à La Hague, on les appelle les déchets ultimes ;
- représentent 10 % du stock total de déchets radioactifs et concentrent 99,9 % de la radioactivité totale ;
- perdent leur radioactivité sur des durées supérieures à 31 ans et demeurent actifs pendant plus de 300 ans voire des milliers d'années pour les plus radioactifs », ou plutôt des millions d'années... [EDF, 23/03/25].

C'est la propagande habituelle sur la quantité de matières recyclables et celles réellement recyclées (Cf. article Différence entre matière recyclable et matière recyclée - Page 33).

Niveau de radioactivité

« Les déchets radioactifs sont dits de :

- très faible activité lorsque leur activité est inférieure à 100 becquerels par gramme ;
- faible activité lorsque leur activité est comprise entre quelques centaines de becquerels par gramme et un million de becquerels par gramme ;
- moyenne activité lorsque leur activité est de l'ordre d'un million à un milliard de becquerels par gramme ;
- haute activité lorsque leur activité est de l'ordre de plusieurs milliards de becquerels par gramme » [Les essentiels - Andra, 2025].

L'Andra a définie « 6 catégories de déchets radioactifs :

- 1- Vie très courtes (VTC)
- 2- Très faible activité (TFA),
- 3- Faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC),
- 4- Faible activité à vie longue (FA-VL),
- 5- Moyenne activité à vie longue (MA-VL),
- 6- Haute activité (HA) » [Andra, Classification des déchets radioactifs].

Filières de gestion

Les déchets dits à « vie courte » (FMA-VC et TFA) sont gérés par l'Andra dans trois centres de stockage :

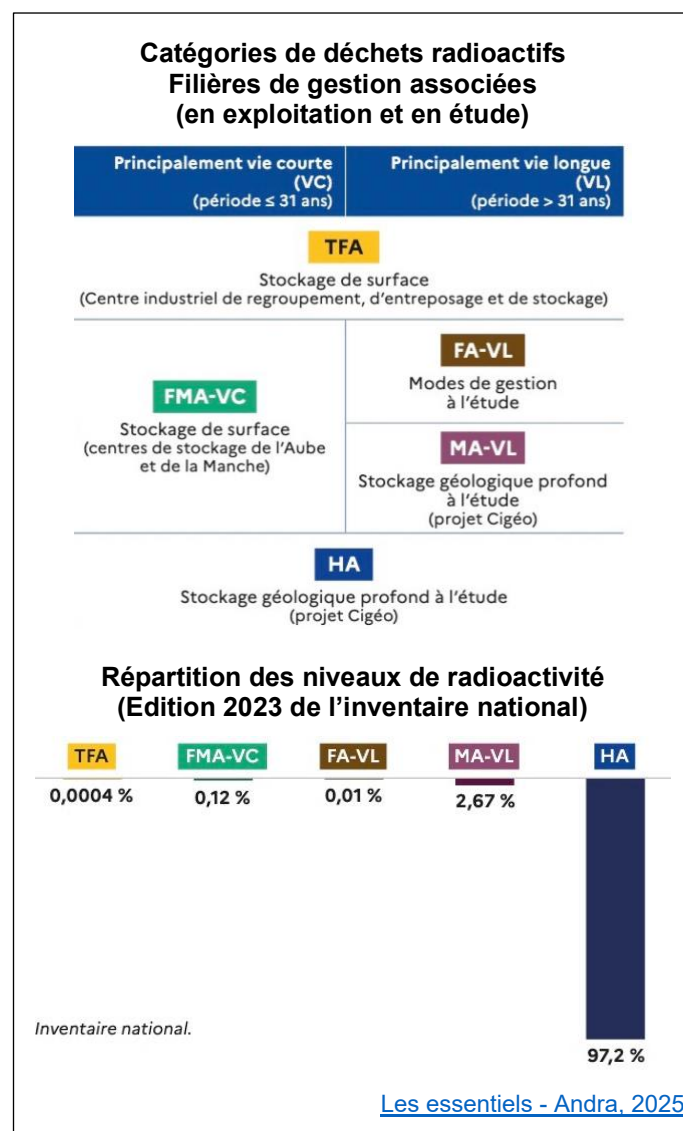
- Le Centre de stockage de la Manche (CSM) fermé (dernier colis en 1994) pour officiellement les FMA-VC ;
- Le Centre de stockage de l'Aube (CSA) en exploitation pour officiellement les FMA-VC ;
- Le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) pour les TFA.

Les VTC sont gérés par décroissance radioactive sur les sites de production.

Les déchets à vie longue (HA, MA-VL et FA-VL) qui concentrent l'essentiel de la radioactivité (99,88 %) n'ont pas de centre de stockage opérationnel.

Sur les six catégories de déchets, seules trois d'entre-elles disposent d'une filière de gestion opérationnelle. Les centres de stockage existants (CSM, CSA et Cires) assure la gestion de seulement 0,12 % de la radioactivité des déchets nucléaires. Les 99,88 % restants sont sur les sites des producteurs dans l'attente d'un exutoire. Les *modes de gestion* des déchets à vie longue, les déchets les plus embêtant, étant à l'étude [Cf. Figure ci-dessous].

Ce qui n'empêche pas ORANO de claironner : « La France dispose d'une filière complète de gestion des déchets radioactifs aux méthodes rigoureuses : elle permet de gérer la totalité des déchets radioactifs, dans des filières adaptées », dont certaines sont à l'étude... [Les déchets nucléaires - ORANO].



Pour les 99,88 % de la radioactivité des déchets nucléaires n'ayant toujours pas d'exutoire, un éventuel enfouissement est étudié dans le laboratoire souterrain de Bure pour les déchets HA et MA-VL, qui s'il devait se concrétiser, verrait l'arrivée des premiers colis HA "chaud" dans bien longtemps comme l'expliquait Pierre-Marie Abadie, directeur général de l'Andra et porteur du projet Cigéo, à l'époque de son audition à l'Assemblée nationale en 2023 : « **dans notre projet, les déchets de haute activité qui sont issus du retraitement des combustibles, ils ne descendront pas avant les années 2080/85** » [[Dailymotion, 10/01/23](#) (Écouter à partir de la 23^{ème} minute)].

Sans aléas de construction...

Quant au « *stockage des déchets FA-VL* » (0,01 % de la radioactivité), dont le *mode de gestion* est à l'étude, ils pourraient, « *le cas échéant* », faire partie de l'inventaire de réserve de Cigéo comme indiqué par l'ASNR dans son « *Projet d'avis* » relatif à la « *demande d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base dénommée Cigéo déposée par l'Andra* » [[ASNR, 2025](#)].

Inventaire historique ou casse-tête ?

Annuellement, l'Andra dresse le bilan officiel des déchets radioactifs entreposés sur les sites des producteurs et ceux stockés dans les centres de l'Andra. Les bilans quantitatifs de chaque catégories sont établis en mètre-cube.

« *Afin de pouvoir effectuer des bilans, une unité de compte homogène a été adoptée : le "volume équivalent conditionné"* ».

Pour les déchets dont le conditionnement n'est pas mis en œuvre à ce jour, des hypothèses sont faites pour évaluer le volume équivalent conditionné.

Pour le cas particulier du projet de stockage géologique Cigéo (qui est destiné à accueillir des déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL), 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 les bilans » [[Andra, Bilan à fin 2023](#)].

Le volume du *conditionnement complémentaire* pour les déchets HA et certains MA-VL n'est par conséquent pas affiché dans les bilans de l'Andra.

En sus des volumes, **l'Andra devrait effectuer ses bilans déchets en masse équivalente conditionnée** car les seuils de classement des activités radioactives des différentes catégories de déchets sont exprimés en becquerel par gramme, une activité massique.

D'autre part, tout le long de la chaîne de l'uranium (extraction, fabrication de combustible, utilisation et retraitement) les quantités mises en jeu sont exprimées en tonne. Tous les déchets sont pesés par le producteur, il faut bien en estimer l'activité massique, et ils sont pesés à nouveau par l'Andra à réception des colis sur ses sites de stockage. Pourquoi alors établir des bilans volumiques ? Pour masquer les masses réellement mises en déchets ? Nous allons tenter dans cette Gazette d'estimer la masse de déchets radioactifs à partir des volumes affichés.

Le bilan de l'inventaire annuel de l'Andra à fin 2023 (publié en 2025) présente une partie des déchets nucléaires déjà produits qui cumuleraient un volume de 1,85 millions de mètre cubes (Cf. en bas de page).

Mais le *bilan*... publié par l'Andra est loin d'être complet car **des « volumes ne sont pas comptabilisés dans les bilans »** bien qu'il y ait d'autres producteurs/détenteurs de déchets radioactifs [[Les essentiels - Andra, 2025](#)].

Bilan des déchets radioactifs hors "bilan"

Mines d'uranium françaises

Résumé avec la CRIIRAD :

« 80 000 tonnes d'uranium produit, 250 millions de tonnes de déchets générés » [CRIIRAD - Trait d'Union, Janvier 2026].

Anciens déchets d'Orano - Malvési

Entre les « *Bassins de décantation* », les « *RTCU historiques* » [Résidus de traitement de conversion de l'uranium] et les « *effluents nitrates* » des « *Bassins d'évaporation* » le « **Stock à fin 2023** » est de **696 900 m³** [[Les essentiels - Andra, 2025](#)].

Sans oublier les **déchets rejetés en mer** que nous avons signalés en introduction.

Retrouver quelques infos complémentaires avec les *Déchets nucléaires hors "bilan" de l'Andra* (Cf. article Page 34).

► **BILAN DES VOLUMES (m³) DE DÉCHETS PRÉSENTS SUR LES SITES DES PRODUCTEURS/DÉTENTEURS ET STOCKÉS DANS LES CENTRES DE L'ANDRA À FIN 2023**

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.

Projet Cigéo à Bure

Brefs rappels historiques avec le Collectif contre l'enfouissement des déchets radioactifs (Cedra) :

« **Bure, c'est quoi ?**

Un tout petit village, moins de 100 habitants, à la limite des régions CHAMPAGNE et LORRAINE.

L'État a ciblé ce secteur début 1994 pour y implanter à 500 mètres de profondeur un « laboratoire de recherche scientifique souterrain ». Sous le terme de « laboratoire » se cache la programmation d'un immense complexe souterrain où seraient enfouis les pires déchets du nucléaire, ceux d'une toxicité majeure et active pendant des centaines de milliers d'années. Ce projet est mis en œuvre par l'ANDRA, Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

Pourquoi Bure ?

Dès les années 60 les « responsables » prenaient conscience du fardeau que représentaient les déchets, radioactifs, issus de l'industrie nucléaire. Ils promettaient alors que la science allait trouver solution à ces rebuts.

Vingt ans plus tard et fort discrètement, l'État décidait de se débarrasser de ces déchets en les enfouissant profondément. Les différents projets, dans diverses régions et au fil du temps, ont échoué de par la révolte des populations locales, suivies de leurs élus.

Une nouvelle stratégie était alors mise en place. Une loi est votée fin 1991. Elle ne parle plus d'enfouissement mais de « laboratoire ». Les départements sont sollicités. Ceux de Meuse (Lorraine) et de Haute-Marne (Champagne-Ardenne), limitrophes, se portent candidats. L'État les retient. L'Andra s'installe et choisira un site à leur « frontière » : BURE.

Un projet sans danger(s) ?

L'ANDRA affirme que le sous-sol là est idéal pour piéger les éléments radioactifs, tel un coffre-fort. Pourtant, dès l'origine du projet des citoyens et des élus se sont questionnés et ont interrogé des experts. Ils ont découvert que cette région est gorgée d'eau, ennemie n° 1 d'un dépôt nucléaire (corrosion, contamination, dissémination). Le sous-sol de la région est également multi fracturé et proche d'un secteur sismique » [Cedra52].

L'endroit idéal pour confiner la radioactivité... si tant est qu'il y en ait un.

La demande d'autorisation de création (DAC)

Ancien directeur général de l'Andra, Pierre-Marie Abadie est aujourd'hui directeur de l'ASNR en charge de valider « la demande d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base dénommée Cigéo déposée par l'Andra ».

Dans son « Avis n° 2025-AV-016 » sur Cigéo, l'ASNR ne semble pas très regardante sur le dossier fragmentaire déposé par l'Andra. Elle « estime que :

- La démonstration de sûreté présentée dans le dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo, pour les phases d'exploitation et d'après fermeture, a atteint un niveau de maturité d'ensemble conforme aux attendus pour une demande d'autorisation de création d'un centre de stockage géologique. (...)

- **Des compléments et éléments de consolidation, sans que ceux-ci constituent des points rédhibitoires à la délivrance d'un décret d'autorisation de création, seront nécessaires à l'acquisition complète de la démonstration de sûreté pour certaines composantes du projet, dont certaines doivent pouvoir bénéficier de la phase industrielle pilote. Ils sont attendus, comme détaillé dans la suite du présent avis, à des stades ultérieurs de développement du projet ».**

C'est en quelques sortes un chèque en blanc...

« **Les engagements pris par l'Andra pour la mise à jour du dossier d'autorisation de création préalablement à l'enquête publique répondent aux attentes soulevées lors de l'instruction technique. En conséquence, l'ASNR estime que le dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo pourra donner lieu à l'enquête publique prévue par l'article L. 593-8 du code de l'environnement ».**

« **Principaux jalons** » du projet retenus par l'Andra :

- « un début des travaux de terrassement prévu en 2028 ;
- un début des creusements des liaisons surface-fond à l'horizon 2035 ;
- la construction des bâtiments nucléaires à l'horizon 2040 ;
- le creusement des premiers alvéoles MA-VL à l'horizon 2040 puis des premiers alvéoles HA à l'horizon 2045 ;
- la mise en service de l'installation, limitée à la phase industrielle pilote, à l'horizon 2050 ;
- une phase de démantèlement et de fermeture à l'horizon 2150.

Et considérant ce qui suit :

- La construction progressive de Cigéo s'appuie sur des jalons stratégiques, rappelés ci-avant, qui délimitent des phases successives du développement du projet présentant des enjeux de sûreté spécifiques, et impliquant des dispositions techniques dédiées.
- Les franchissements de ces jalons constituent des étapes clés à l'occasion desquelles des compléments d'information et de démonstration sont attendus.
- Après la délivrance du décret d'autorisation de création, le jalon réglementaire suivant prévu par la loi est la mise en service de l'installation, limitée à la phase industrielle pilote, prévue à l'horizon 2050 ; il convient par conséquent de définir des jalons intermédiaires préalablement à ce premier rendez-vous législatif.
- **L'instruction technique du dossier a permis de mettre en lumière plusieurs aspects du dossier devant être complétés ou développés dans cette perspective. Ceux-ci concernent :**
 - le programme de travaux à mener en phase industrielle pilote inactive (sans stockage de déchets radioactifs) et active (stockage de déchets radioactifs), fondé sur la justification des objectifs et critères de réussite ;
 - **des compléments pour justifier la classification des scénarios incidentels et accidentels ;**

- des compléments relatifs à l'évaluation de la maîtrise du risque incendie ;
 - des compléments à la démonstration de sûreté vis-à-vis du stockage en l'état des déchets bitumés ;
 - des compléments à la démonstration de sûreté vis-à-vis de la maîtrise du risque d'explosion au cours des opérations de fermeture et après fermeture des alvéoles MA-VL ;
 - des compléments à la démonstration de sûreté vis-à-vis de la maîtrise du risque d'explosion dans les alvéoles HA en phase d'exploitation ;
 - la corrosion des matériaux métalliques des alvéoles de stockage HA ;
 - une évaluation du scénario *What-if** « discontinuité traversante », en tenant compte d'une discontinuité au sein du quartier de stockage HA et de l'ensemble des radionucléides mobiles et peu mobiles d'intérêt, dont les éléments transuraniens et leur filiation ;
 - la présentation d'une situation d'abandon du stockage pendant son fonctionnement. L'Andra identifiera, le cas échéant, les enseignements en ce qui concerne notamment les modalités d'une éventuelle fermeture préventive anticipée du stockage, permettant de limiter les conséquences de telles situations sur la sûreté à long-terme ;
 - certaines caractéristiques hydrogéologiques des couches marneuses de la série grise, de l'Oxfordien calcaire et du Cox.
- L'Andra s'est engagée à prendre en compte la plupart des points cités ci-avant » [ASNR, 25/11/25].

Inventaire de référence de Cigéo

Le dossier de la DAC n'est à l'évidence pas ficelé, l'inventaire non plus.

Comme le reconnaissait l'ASNR dans la version projet de l'Avis n° 2025-AV-016 présenté ci-dessus :

« Les projections du projet de programmation pluriannuelle de l'énergie 2025-2032 (PPE 3) ne sont pas entièrement cohérentes avec le scénario prospectif (SR2) pris en compte pour l'établissement de l'inventaire de référence » [ASNR, 2025 - Projet].

Dans l'avis définitif, l'ASNR indique que l'Andra a retenu comme « hypothèse » le « scénario SR2 » comportant de nouveaux programmes nucléaires : « Les hypothèses structurantes retenues pour le scénario SR2 sont : la poursuite de la production électronucléaire, une durée de fonctionnement uniforme de 50 ans de l'ensemble des réacteurs, un renouvellement progressif des réacteurs du parc électronucléaire actuel par des réacteurs EPR puis par des réacteurs RNR [Réacteurs à neutrons rapides] qui pourraient constituer à terme la totalité d'un futur parc et le retraitement de la totalité des combustibles usés » [ASNR, 25/11/25].

Résumé des hypothèses de l'inventaire de référence du Plan directeur d'exploitation (PDE) contenu dans le Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Il prend en compte des volumes arrondis « de l'ordre de 83 000 m³ (environ 10 000 m³ de

colis de déchets HA et 73 000 m³ de colis de déchets MA-VL). Il correspond à environ 225 000 colis stockés (environ 55 000 colis de déchets HA et 170 000 de colis de déchets MA-VL) ».

Cigéo pourrait recevoir :

- « les déchets existants (environ 40 % des déchets HA et 60 % des déchets MA-VL) ;
- les déchets qui seront produits à l'avenir par les installations nucléaires existantes et par celles dont la création a été autorisée, jusqu'au terme prévisible de leur fonctionnement, puis de leur démantèlement.

Les hypothèses retenues pour constituer l'inventaire de référence correspondent à un scénario de production d'électricité électronucléaire associé à une durée de fonctionnement uniforme des centrales nucléaires actuelles de 50 ans.

Pour les installations de recherche actuellement en exploitation (réacteurs et laboratoires CEA), leur durée de fonctionnement est également supposée être de 50 ans.

Les déchets qui seront produits par l'exploitation des installations nucléaires en cours de construction ou de mise en service sont également pris en compte dans l'inventaire de référence. Il s'agit de l'EPR de Flamanville (Manche) ainsi que du réacteur expérimental Jules Horowitz et de l'installation de recherche ITER tous deux implantés à Cadarache (Bouches-du-Rhône).

La durée de fonctionnement prise en référence est de 50 ans pour le réacteur EPR de Flamanville et pour le réacteur Jules Horowitz. Celle de l'installation ITER est de 20 ans.

La totalité des combustibles usés est supposée traitée », ce qui n'est pas le cas à l'heure actuelle [PDE Cigéo - Andra, 2025].

Petite aparté, 14 135 t_{ML} de combustibles (UNE, URE et MOX) se trouvent « en attente de retraitement » à fin 2023 [Les essentiels - Andra, 2025]. Cela représente de 28 000 à 30 000 assemblages de combustible.

Continuons avec le PDE de Cigéo : « Il est considéré que les installations de retraitement du combustible adaptent leur durée de fonctionnement à celle du parc électronucléaire pris en compte pour la définition de l'inventaire de référence. Le plutonium issu du retraitement des combustibles MOX est recyclé dans un futur parc électronucléaire, à développer et à créer, comprenant a priori des réacteurs à neutrons rapides de quatrième génération.

La demande d'autorisation de création vise la création d'une installation nucléaire de stockage dont la conception est basée sur l'inventaire de référence, sans préjuger des déchets qui y seraient in fine stockés. Ceux-ci résulteront, d'une part des autorisations délivrées par les autorités, d'autre part de l'acceptation des colis de déchets par l'Andra. D'éventuelles évolutions des besoins de stockage pourront découler des décisions prises en matière de politique énergétique » [PDE Cigéo - Andra, 2025].

* Terminologie anglaise signifiant « Et si », retenue au niveau international et reprise au niveau national. Ces scénarios

reposent sur des conjectures très improbables afin d'étudier la réaction et la robustesse du système de stockage

Un inventaire de référence « basé sur le scénario SR2 » plus précis a été diffusé par l'ASN lors d'un groupe de travail du PNGMDR :

- « Déchets HA : 55 896 colis soit 10 045 m³ ;
- Déchets MA-VL : 166 699 colis soit 73 011 m³ », soit un tout de 83 056 m³ [[GT PNGMDR – ASN, 16/03/20](#)].

Pour illustrer les fluctuations existantes dans les divers inventaires de référence, le dernier scénario en date de l'Andra se rapprochant du SR2 dans ses hypothèses est le « Scénario S1 ». Il évalue les volumes à « 11 800 m³ » pour les déchets HA et à « 68 800 m³ » pour les MA-VL, soit au total 80 600 m³.

A noter toutefois que pour tous les « **scénarios envisageant le renouvellement du parc nucléaire, les estimations prospectives ne concernent que les déchets du parc actuel, donc ne prennent pas en compte les déchets et matières qui seraient générés par l'éventuel parc de réacteurs qui prendraient leurs relais mentionnés dans les hypothèses.**

Si de nouveaux réacteurs étaient autorisés, le volume de leurs déchets serait alors à ajouter aux volumes prévisionnels » [[Les essentiels – Andra, 2025](#)].

Dernière estimation avec la Direction générale de l'énergie et du climat et son « Dossier du maître d'ouvrage pour le débat public » du PNGMDR 2022-2026. On retrouve une évaluation des déchets du même ordre de grandeur que d'autres estimations prospectives :

« 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) » [[DMO-PNGMDR - DGEC, 2025](#)].

Inventaire de réserve de Cigéo

« L'inventaire de réserve, défini par l'Andra pour les études menées contient les déchets suivants :

- les déchets HA et MA-VL qui résulteraient d'un éventuel allongement de la durée de fonctionnement des réacteurs et installations existantes pour une durée comprise entre 50 ans et 60 ans selon les réacteurs (au lieu d'une durée uniforme de 50 ans retenue pour l'inventaire de référence). Le retraitement des combustibles usés ainsi que le fonctionnement des réacteurs induiraient un inventaire supplémentaire d'environ 2 000 m³ de colis HA et MA-VL (environ 10 000 colis) ;
- les combustibles usés des réacteurs expérimentaux et les combustibles usés de la propulsion nucléaire navale, soit près de 300 m³ (environ 4 000 éléments combustibles) ;
- les combustibles usés issus de l'exploitation des réacteurs électronucléaires qui n'auraient pas fait l'objet d'un retraitement dans les installations actuelles prévues à cet effet. Les quantités maximales retenues sont celles évaluées sur la base d'un scénario de non-renouvellement de la production électronucléaire. Ce scénario induirait un inventaire de plus de 14 000 m³ d'éléments combustibles (environ 58 000 éléments combustibles) ;
- une partie des déchets destinés à la filière FA-VL (au total environ 110 000 m³ pour 51 000 colis) tels que déclarés pour l'édition 2018 de l'Inventaire national :

- les colis de déchets bitumés relevant de la filière FA-VL ;
- les chemises et empilements en graphite ;
- les déchets dits « UNGG de La Hague » ;
- les déchets particuliers de « petits » producteurs et du « nucléaire diffus ».

Les études d'adaptabilité menées par l'Andra à ce stade montrent que le stockage des déchets de l'inventaire de réserve dans le centre de stockage Cigéo serait possible. Ces résultats d'études confirment que le centre de stockage Cigéo offre bien des choix aux générations successives en matière de gestion des déchets. Ils ne modifient, ni les voies de gestion actuellement retenues pour ces déchets, ni les études pour le développement de filières qui leur seraient plus spécifiquement consacrées, organisées par le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR).

Si, au cours de l'exploitation du centre de stockage Cigéo, une décision était prise par le Gouvernement d'y stocker des déchets de l'inventaire de réserve, une demande d'autorisation serait déposée par l'Andra pour recevoir les colis correspondants et apporter les évolutions nécessaires à l'installation selon le cadre réglementaire en vigueur » [[PDE Cigéo - Andra, 2022](#)].

Inventaire des failles du projet Cigéo

Les multiples lacunes des dossiers successifs de l'Andra ont pourtant été révélées par des experts indépendants comme ceux de l'association Global Chance qui a contribué aux consultations publiques sur le projet Cigéo : « **Global Chance publie une série de textes émanant des débats de la CNDP de 2006 et 2013 qui présentent les raisons de l'opposition au stockage géologique profond des déchets nucléaires ainsi qu'au projet Cigéo lui-même, en proposant des solutions alternatives.**

Sont présentés successivement :

- Le compte-rendu du débat de la CNDP de 2006.
- Les cahiers d'acteur n° 137 et 138 de Global Chance du débat CNDP de 2013.
- Le cahier d'acteur de Bertrand Thuillier du débat CNDP de 2013.
- Le cahier d'acteur de Thierry de Larochelambert de 2013 » [[Global Chance, 9/11/25](#)].

Rappelons les constats de la CRIIRAD sur le « volet radiologique » du projet Cigéo qui dévoilent « **une densité d'anomalies sidérante dans les études d'impact de l'Andra** ». Voici quelques extraits des conclusions de la synthèse (septembre 2024) avec un bref historique de la demande de création et des constats accablant révélant la faiblesse des études de l'Andra :

« **Errare humanum est, perseverare diabolicum**
Cigéo reconnu d'utilité publique

En dépit d'une étude d'impact remplie d'erreurs et de contradictions, l'Andra a obtenu toutes les autorisations requises : par voie de décrets publiés le 8 juillet 2022 au journal officiel, le projet Cigéo a été classé parmi les opérations d'intérêt national (décret n° 2022-992) et déclaré d'utilité publique (décret n° 2022-993). Cette reconnaissance a permis à l'Andra de lancer en mars 2024 la procédure d'expropriation.

Après la DUP, la DAC

Après avoir obtenu la déclaration d'utilité publique (DUP), l'Andra a constitué un nouveau dossier pour l'étape essentielle du projet : la demande d'autorisation de création (DAC) du Centre industriel de stockage géologique. Déposé le 16 janvier 2023, le dossier de la DAC marque selon l'Agence « l'aboutissement de 30 ans d'études et de recherches » : « environ 10 000 pages faisant état du niveau de connaissances scientifiques et techniques acquises et présentant la démonstration de la sûreté de Cigéo pendant toutes ses phases de vie ». En juin 2023, l'Autorité de Sûreté Nucléaire a jugé que le dossier contenait l'ensemble des pièces requises et les éléments nécessaires pour engager l'instruction. Dans son communiqué, elle considère, à l'instar de l'Andra, que cette étape concrétise « l'aboutissement de plusieurs décennies de travaux préalables de recherche et de développement. »

La somme de travail annoncée par l'Andra et l'ASN aurait dû se retrouver dans la nouvelle étude d'impact, les mises à jour, corrections et compléments apportés à la version DUP de l'étude aboutissant à un dossier enfin à la hauteur des risques générés par le projet.

Les nouveaux contrôles de la CRIIRAD confirment son premier bilan

Début 2024, la CRIIRAD a procédé à l'examen de la version actualisée de l'étude d'impact. **Verdict : à quelques exceptions près, les anomalies qu'elle avait identifiées se retrouvent dans la nouvelle étude !**

C'est le cas des anomalies de forme (coquilles et fautes), des erreurs de référencement et des multiples incohérences.

(...)

Le plus grave toutefois concerne évidemment les anomalies de fond : les commentaires non étayés, les contre-sens, toutes les affirmations erronées qui traduisent des problèmes de compétence, qui révèlent souvent des lacunes majeures dans les connaissances de base : définition incorrecte du becquerel, erreurs répétées sur la composition de l'uranium naturel (confusion entre rapports isotopiques et massiques, calcul erroné, ...), méconnaissance du métabolisme du potassium, confusions sur les unités de mesures (Bq/m³ et Bq/m²/s),... Il faudrait reproduire la quasi-totalité des constats effectués sur l'état des lieux de la DUP. On ne sait ce qui l'emporte de l'impéritie ou de l'incurie mais le bilan est consternant.

L'Andra a pourtant réitéré, pour l'étude de la DAC, les mêmes assurances que pour l'étude de la DUP : mobilisation de ses principaux experts et d'organismes spécialisés, puis double procédure de validation interne et externe. Ainsi donc, au terme d'une quadruple vérification par des spécialistes (un nouvel examen par le contrôle qualité interne de l'Andra, puis par le comité d'experts indépendants), l'état actuel radiologique est toujours aussi calamiteux. Si ce dossier fait état, comme l'affirme l'Andra « du niveau de connaissances scientifiques et techniques acquises » au terme de plusieurs décennies, il y a de quoi s'inquiéter !

La nouvelle expertise de l'IRSN

L'ASN a cependant jugé le dossier acceptable et l'instruction a commencé. En avril 2024, l'IRSN a rendu dans ce cadre les conclusions de sa première expertise. Elle porte notamment sur « les connaissances réunies et les hypothèses retenues par l'Andra pour établir la démonstration de sûreté de Cigéo », notamment celles relatives « au site retenu pour accueillir Cigéo et à son évolution incluant l'après-fermeture, en particulier l'environnement de surface », y compris « l'état initial de l'environnement ». Le volet étudié par la CRIIRAD est donc inclus dans le travail de l'IRSN.

Or les conclusions de l'expertise ne mentionnent aucune des anomalies relevées par la CRIIRAD. Tout au contraire, l'IRSN « souligne le travail d'ores et déjà conséquent réalisé pour établir un état initial radiologique et chimique de l'environnement du projet Cigéo », se contentant de prendre note de l'engagement de l'Andra concernant la réalisation d'une nouvelle campagne de prélèvement qui viendra compléter et actualiser l'étude de la DAC avant la mise en service de Cigéo (les installations peuvent donc être autorisées et construites sans attendre ce complément).

Une nouvelle étape de contrôle inopérant est franchie. Tout se passe comme si le système fonctionnait à vide » [CRIIRAD, 12/09/24].

Signalons également l'association **Burestop** qui « lutte contre le projet Cigéo d'enfouissement des déchets radioactifs en Meuse/Haute-Marne ». Infos et dossiers sur le site Internet burestop.eu.

Et quantité d'infos sur le site Internet du **Cedra52**, le Collectif contre l'enfouissement des déchets radioactifs où vous trouverez notamment un dossier : [Cigéo Le projet fou](#).

Inventaire de l'acte de foi

Dans l'aveugle quête des tenants de l'atome pour l'enfouissement des conséquences de notre dépendance au nucléaire, tant civile que militaire, c'est sans surprise que l'ASN a donné son quitus à l'Andra sur sa demande d'autorisation de création de Cigéo, bien qu'il manque des éléments de consolidation.

« L'ASN considère que :

- Le calendrier de développement du projet apparaît comme réaliste, à la lumière des éléments dont dispose l'Andra aujourd'hui.
- Dans l'hypothèse de la délivrance d'un décret d'autorisation de création de l'installation, la transmission de certains des compléments, mentionnés ci-dessus et précisés en annexe de cet avis, ainsi que les échéances associées, pourront faire l'objet de prescriptions techniques qu'elle édictera, en application des dispositions de l'article R.593-38 du code de l'environnement, ou de points d'arrêt subordonnant à son accord l'engagement de certaines opérations, en application de ce même article. Certains de ces prescriptions ou points d'arrêt pourront donner lieu à une obligation d'information de la commission locale d'information par l'Andra.

- L'Andra devra transmettre une mise à jour de la version préliminaire du rapport du sûreté de l'installation au plus tard dix ans après la publication du décret d'autorisation de création. Cette mise à jour devra intégrer les éléments identifiés au cours de l'instruction relevant de cette échéance, ainsi que les avancées et le programme d'études associés à ceux relevant d'une échéance ultérieure.

L'ASNR rappelle que la délivrance de l'autorisation de mise en service limitée à la phase industrielle pilote sera conditionnée au caractère satisfaisant des compléments et éléments de consolidation attendus avant cette échéance, ainsi que des éléments appelés par la réglementation générale, notamment le rapport de sûreté et les éléments permettant d'apprécier la conformité de l'installation réalisée avec les dispositions du décret d'autorisation.

Enfin, l'ASNR maintiendra tout au long du projet les actions de dialogue avec les parties prenantes concernées. Elle rappelle à ce titre que le public sera consulté sur le projet de décision autorisant la mise en service, limitée à la phase industrielle pilote, de Cigéo.

Elle estime par ailleurs opportun que les actions de concertation avec le public soient poursuivies lors des principaux jalons de développement du projet, rappelés ci-dessus, et préalablement à la délivrance de l'autorisation de mise en service limitée à la phase industrielle pilote de Cigéo » [ASNR, 25/11/25].

On peut noter que le président de l'ASNR n'a pas apposé sa signature au bas de cet avis...

Inventaire de rêve

Évaluation du CEA de l'emprise des déchets de haute activité (HA) pour un éventuel stockage des déchets HA d'éventuels futurs parcs de réacteurs :

« Inventaire prospectif entre 2016 et 2100 des matières et des déchets radioactifs produits par le parc français selon différents scénarios d'évolution », c'est le titre d'un document technique de 2018 du CEA publié par l'ASN.

Le **scénario d'un parc avec 38 EPR** est étudié. La gestion du combustible se fait en « *Mono-recyclage U et Pu en REP* » appelé « *Palier A* », à peu près à l'image de la gestion actuelle. Le document indique une production de « *Déchets HA* » de « **0,26 m³ de colis primaire/TWh** » et une « *Emprise au stockage zone HA CSD-V* » de « **165 m²/TWh** ».

Dans le **scénario d'un parc mixte composé de 26 réacteurs REP et de 12 RNR** (« *Palier C* »), avec une capacité nette installée et une production annuelle dans les mêmes ordres de grandeur que celles du Palier A (Cf. Encadré), la production de « *Déchets HA* » serait de « **0,51 m³ de colis primaire/TWh** » pour une « *Emprise au stockage zone HA CSD-V* » de « **605 m²/TWh** ».

A énergie produite égale, on constate que **la production de colis primaire HA va quasiment doubler (+ 96 %) et l'emprise au stockage va augmenter de 267 %**.

C'est le lourd tribut pour économiser sur le yellow cake : Avec le *Palier C*, « *La consommation d'uranium naturel*

s'établit à 3400 t/an soit une réduction de 43% par rapport au palier A » [CEA, 25/10/18 – [Lien ASN](#)].

Nouveau grain de sable dans la sûreté de Cigéo ?

Le Journal de la Haute-Marne a fait un compte-rendu de la réunion du 2 décembre 2025 du CLIS du laboratoire de Bure. Extrait :

« Durant l'assemblée générale du Comité local d'information et de suivi du laboratoire de Bure, menée mardi 2 décembre, Matthias Niemeyer, expert missionné par la commission « Risques » du CLIS a présenté son rapport. Celui-ci, portant sur **l'analyse des scénarios d'intrusion humaine** volontaire imaginés par Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, à la manœuvre du projet Cigéo, a mis en lumière plusieurs critiques faites à son encontre. Entre autres : un « **manque de cohérence dans la conceptualisation des scénarios** », « une prise en compte insuffisante de certaines forces motrices pour le relâchement de radionucléides via le forage » ou encore que « certaines voies d'exposition de l'opérateur de forage sont négligées, principalement l'inhalation ». Selon l'expert, aidé d'un traducteur pour l'occasion : « **Les résultats de l'Andra doivent nécessairement être vérifiés.** » Présent ce soir-là, Patrice Torres, directeur industriel de l'Andra, a tenu à indiquer que la structure a reçu le rapport quelques jours seulement avant l'assemblée générale du CLIS et a regretté de ne pas pouvoir répondre en direct aux interrogations soulevées par le document. En plus d'expliquer que des réponses, en cours d'élaboration, seront transmises au CLIS et à Matthias Niemeyer, il a aussi proposé de mettre en place un débat public, avec Matthias Niemeyer et les experts de l'Andra, où chacun exposera de vive-voix ses arguments » [JHM, 4/12/25].

Hypothèses d'éventuels parcs de futurs réacteurs

Palier A : Mono-recyclage U et Pu en REP

Composition et principales caractéristiques : le parc caractéristique du palier A est constitué de 38 EPR produisant environ 420 TWh/an, correspondant à une capacité installée de 58,1 GW inférieure à celle du parc actuel (63,2 GW) du fait d'un facteur de charge des EPR plus élevé : 0,83 à comparer à 0,78 pour les REP. Elle se décompose de la façon suivante :

- 23 EPR UOX (35,2 GW) ;
- 11 EPR MOX (16,8 GW) ;
- 4 EPR URE (6,1 GW).

Palier C : multirecyclage du Pu dans un parc mixte REP et RNR

Composition et principales caractéristiques : ce palier comporterait 26 REP et 12 RNR, l'ensemble produisant environ 420 TWh/an. La capacité nette installée serait de 57,2 GW se décomposant de la manière suivante :

- 25 REP chargés à 30 % en MOX (38,2 GW) ;
- 1 REP chargés à 100 % en MOX (1,6 GW) ;
- 12 RNR 1450 MW (17,4 GW).

Soit 31 % de RNR et 69 % de REP.

Déchets de haute activité (HA)

Les déchets dits HA sont destinés à être enfouis bien profond dans l'installation Cigéo aujourd'hui en projet. Le dossier de demande d'autorisation de création (DAC) est en instruction auprès de l'ASNR qui a rendu son avis fin 2025. « Selon le planning de l'Andra, la mise en service de Cigéo est toujours prévue d'ici 2050 » [SFEN, 25/07/25].

Colis primaire

Les déchets HA sont les plus actifs. Ils proviennent du retraitement des combustibles irradiés et la majeure partie de ces déchets est constituée de « **conteneurs standards de déchets vitrifiés en acier inoxydable (CSD-V) dans lesquels sont conditionnées les solutions de produits de fission et d'actinides mineurs, calcinés et incorporées dans une matrice de verre, dans les ateliers de vitrification R7 et T7 de La Hague.**

(...)

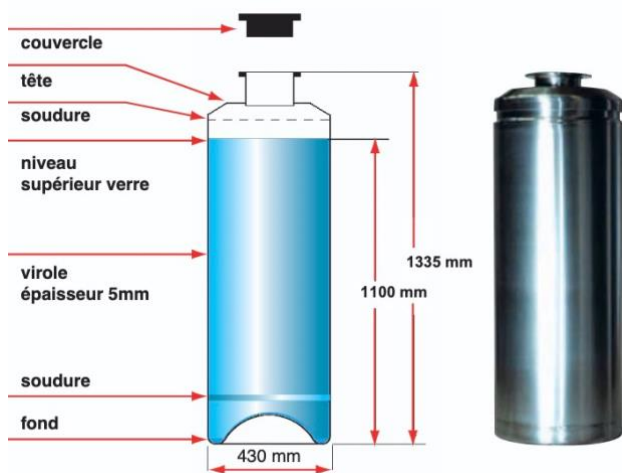
Ces colis de déchets sont entreposés dans les ateliers R7 et T7 à La Hague en puits ventilés permettant leur refroidissement, ainsi que dans l'Extension des Entreposages des Verres – Sud-Est (E-EV-SE). Ils sont également entreposés dans deux extensions appelées « Extension des Entreposages des Verres – La Hague (E-EV-L » mises en service en 2013 et en 2017 ».

Avec « environ 2 500 W/colis à la production » de « puissance thermique moyenne », ces colis sont de bons radiateurs. « Cette valeur est divisée par 4 après 50 ans de décroissance et par 10 après 100 ans ».

L'Andra indique une « **masse moyenne du colis fini CSD-V** de « **490 kg** » pour « **180 l** » de « volume industriel », le volume hors tout étant de 193,87 litres.

La « **masse moyenne de déchets vitrifiés par colis** » est de « **400 kg** » [Andra - CSD-V]. Un colis CSD-V mesure plus de 1,3 m de hauteur comme on peut le voir dans la figure ci-dessous.

Colis primaire CSD-V



CEA, 2008

Masse de déchets radioactifs par colis

La masse de déchets présente dans le verre a évolué avec le temps. En 2005, la « *quantité moyenne du déchet incorporé dans le verre R7T7 est de 12,7 % massique* », soit 50,8 kg de résidus radioactifs [Thèse Bardez, 2005].

A partir de 2007, avec la production de CSD-V à teneur augmentée en actinides [Cf. page 18], « Les verres HAVL intègrent typiquement 17,5 % de la masse de déchets », soit 70 kg de résidus HA [Thèse Achigar, 2020].

Parmi les Ressources documentaires de la Commission nationale de débat public (CNDP) sur les « *Matières et déchets radioactifs : 2027-2031* », on retrouve une tout autre valeur dans un document de la SFEN intitulé « *La classification des déchets radioactifs : entre intensité de l'activité et durée de vie* » :

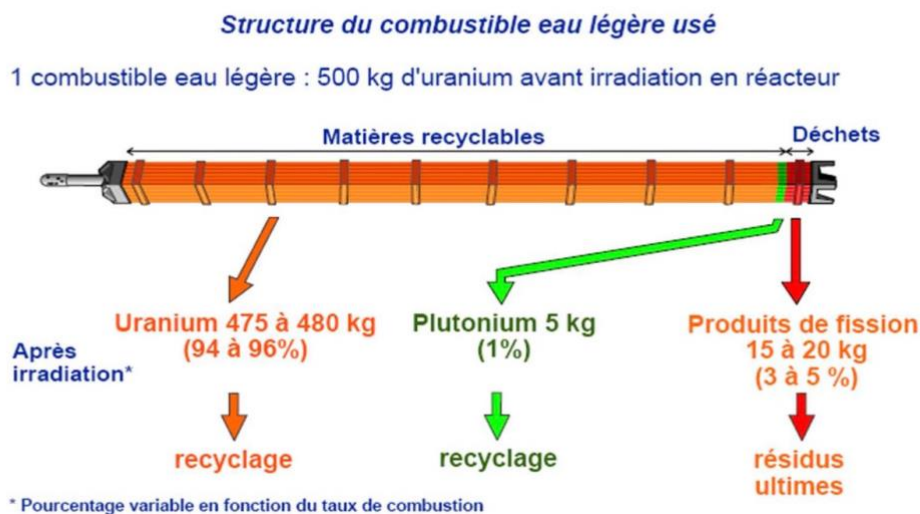
« Les déchets HA sont d'abord traités, puis conditionnés selon des normes bien spécifiques. Ils sont ainsi calcinés et se présentent sous la forme d'une poudre noire. Ensuite, ils sont immédiatement incorporés à une pâte de verre en fusion. Le mélange est coulé dans un colis en inox. Ce dernier contient environ 400 kg de verre pour 11 kg de déchets HA. Le niveau de radioactivité des déchets HA est tel qu'ils dégagent une forte chaleur... Près de 350°C en moyenne par colis ! Cette chaleur diminue progressivement avec le temps en raison de la décroissance naturelle de leur radioactivité. Avant de pouvoir être stockés, ils devront d'abord être entreposés plusieurs dizaines d'années pour atteindre une température de 90°C » [SFEN, 23/04/21].

Mais un document de 2024 de la SFEN, « *Que sont les produits de fission ?* », vient en contradiction avec celui déposé par la SFEN dans les ressources documentaire de la CNDP au sujet de la composition d'un CSD-V : « Les produits de fission constituent en moyenne entre 15 et 20 % de la composition des colis de déchets HA (pour un poids de 400 kg). Le reste correspond aux actinides mineurs et aux résidus d'uranium et de plutonium (<1% en moyenne) et à la matrice en verre du colis (+ 80 % en moyenne) » [SFEN, 10/07/24]. La masse de déchets HA serait donc de l'ordre de 60 à 80 kg par colis CSD-V.

Toutes les références s'accordent sur une même masse de verre (400 kg) par colis. La masse de résidus radioactifs mélangés au verre évolue entre 11 et 80 kg selon les sources, un écart important que nous allons tenter de clarifier.

En 2025, EDF a rédigé un mémo pour le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) intitulé : « *Gestion des matières et déchets radioactifs du parc nucléaire EDF* ». Dans ce document de référence intégré aux Ressources documentaires de la CNDP, EDF revient sur ce rapport de « **400 kg de verre pour 11 kg de déchets** » radioactifs.

GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS DU PARC NUCLEAIRE D'EDF



PNGMDR - EDF, 09/2025

Dans le même document, EDF présente la figure d'un assemblage combustible contenant « 500 kg d'uranium avant irradiation » (Cf. ci-dessus). Après irradiation en réacteur, 20 à 25 kg d'uranium se sont transformés en « Produits de fission 15 à 20 kg » et en « plutonium 5 kg ». Les transuraniens autres que le plutonium ne sont pas évoqués dans les « résidus ultimes » [PNGMDR - EDF, 09/2025].

Aucun assemblage de combustible d'un REP ne contient, avant irradiation, 500 kg d'uranium. Cette Structure du combustible est fictive et représente une moyenne de la masse des assemblages courts (palier 900 MWe) et longs (autres paliers) contenant respectivement « 460 kg » et « 538 kg » d'uranium comme indiqué dans une présentation du CEA lors d'un séminaire en 2011. Les « Caractéristiques des assemblages Framatome » sont présentées dans le tableau ci-dessous [E. Vernaz - CEA, 17/05/11].

Des chiffres cohérents avec ceux de l'IRSN : « Les assemblages des paliers 900 MWe (CP0 et CPY) contiennent chacun 460 kg de métal lourd. Ceux des paliers 1 300 MWe (P4 et P'4) et 1 450 MWe (N4) en contiennent environ 535 kg » [Rapport IRSN n° 2018-00007 (lien Orano)].

CARACTERISTIQUES DES ASSEMBLAGES FRAMATOME
900 ET 1300 MWe



	REACTEUR	900	1300
Nombre d'assemblages 17x17		157	193
Nombre de crayons par assemblage		264	264
Gaine - diamètre mm		9,5	9,5
- épaisseur mm		0,57	0,57
Longueur assemblage mm		4058	4796
Nombre de grilles		8	10
Section de l'assemblage mm x mm		214 x 214	214 x 214
Masse de l'assemblage / dont U kg		670 / 460	765 / 538

Même si un assemblage neuf avec 500 kg d'uranium n'existe pas, on peut tout de même en déduire qu'une tonne d'uranium irradié va produire de 30 à 40 kg de résidus ultimes selon les renseignements donnés par EDF, soit en moyenne 35 kg/t de combustible.

Si un colis CSD-V ne contenait que 11 kg de déchets, aux dires d'EDF et de la SFEN, on en conclurait qu'il faudrait entre 2,7 et 3,6 colis (soit en moyenne 3,15 CSD-V/t) pour conditionner les résidus ultimes d'une tonne d'uranium initial.

En 2018, la Contribution Orano au Débat Public sur le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (2018) dresse le « Bilan des volumes des déchets à vie longue produits par le traitement-recyclage des combustibles usés » :

« A fin 2016, le traitement des combustibles dans les usines de La Hague (33 300 tonnes) a produit 20 600 colis standards de déchets vitrifiés, CSD-V, soit en moyenne 0,62 colis de déchets vitrifiés CSD-V/t ». Orano précise : « le terme tonne, ou simplement t dans ce document, représente une tonne de métal lourd de combustible initial, avant traitement, usuellement noté TMLi » [PNGMDR - Orano].

Si nous prenons 33 300 t de combustible irradié avec en moyenne 35 kg/t de résidus radioactifs, nous obtenons une masse totale de 1165,5 t de déchets HA. Répartie dans 20 600 CSD-V, cela donne une masse moyenne de déchets radioactifs par colis de 56,6 kg, une valeur bien plus réaliste. Si les CSD-V ne contenaient que 11 kg de déchets en moyenne, il aurait fallu près de 106 000 colis (de 180 l) soit environ 19 000 m³ à fin 2016.

Or, dans son « Bilan des volumes de déchets (...) à fin 2016 », l'ANDRA déclare dans la catégorie des déchets HA « 3650 m³ » soit l'équivalent d'environ 20 300 CSD-V de 180 litres, un nombre de colis dans l'ordre de grandeur de celui d'Orano (20 600 colis) [Les essentiels – Andra, 2018].

Un conteneur standard de déchets vitrifiés de 490 kg de masse totale ne contient donc pas la quantité fantaisiste de 11 kg de résidus radioactifs mais plutôt, en moyenne, une masse de 56,6 kg soit 11,6 %...

Quant à la teneur maximale en produits de fissions (PF) et actinides dans le verre d'un CSD-V, un document technique du CEA publié lors du PNGMDR 2016-2018 sur le site de l'ASN(R) nous éclaire :

« La vitrification des déchets produit des colis avec les limites suivantes :

- masse de verre par colis : 400 kg ;
- teneur maximale en oxyde de PFA (PF et Actinides) : 17,5 % ou 70 kg d'oxydes de PFA, Zr [zirconium] et particules métalliques ;
- teneur maximale en émetteurs alpha : 2.10^{19} rayonnements α cumulés sur 10 000 ans par gramme de verre » [CEA, 25/10/2018].

Activité radioactive d'un colis

Il y a donc relativement peu de produits radioactifs dans la matrice vitreuse d'un CSD-V mais une activité radioactive concentrée : « **L'activité moyenne à la date de production des colis est comprise entre $2,1.10^{10}$ et $5,1.10^{10}$ Bq/g de colis fini** » [Andra - CSD-V].

Ainsi, l'activité radioactive moyenne d'un colis fraîchement vitrifié est comprise entre 1,2 et 3.10^{16} Bq, répartie entre produits de fission (^{137}Cs , ^{90}Sr , etc.) et transuraniens (^{244}Cm , ^{241}Am , etc.), les « principaux radionucléides contributeurs » identifiés par l'Andra.

Nous avons trouvé trace des « Activités et propriétés radiologiques » d'un colis de déchets HA dans un document de 2010 de la Nuclear Waste Management Commission (ESK) (l'Andra allemand). C'est le CSD-V n° 11458C conditionné par Areva, d'une masse de « 497 kg » et de « 1580 W » de puissance thermique. L'irradiation gamma ambiante (local dose rate) est mesurée à « 614 Gy/h »... Comme on dit dans le jargon, ça crache ! [ESK, 9/12/10].

En sus du curium (Cm) et de l'américium (Am), on peut noter la présence de neptunium (Np) et de plutoniums (Pu) : un cocktail de transuraniens bien corsé... Détail dans le tableau en haut de page. Les conversions masse-activité radioactive ont été réalisées à l'aide de la base de données en ligne [Lara](#).

Le « Dossier de référence sur le comportement à long terme des verres nucléaires » (CEA, 2004) montre l'évolution de l'activité dans le temps d'un colis CSV-D, appelé R7 T7 à l'époque (Cf. graphique ci-contre).

« Les contributions des α , $\beta\gamma$, actinides et PF sont identifiées. Les activités des isotopes de Am, Pu, Np, Cm, U et Cs sont indiquées. Le verre provient du retraitement 3 ans après déchargement d'un combustible UOX1, irradié à 33 GWj/t et vitrifié après un an de retraitement ».

L'activité radioactive du colis fraîchement vitrifié est de l'ordre de 2.10^{16} Bq :

« Cette activité est principalement $\beta\gamma$. Elle évolue au cours du temps. L'activité $\beta\gamma$ devient égale à l'activité α à partir d'environ 300 ans.

Propriétés et activités radiologiques du conteneur standard de déchets vitrifiés (CSD-V) n° 11458C

Nucléide - Élément	CSD-V	Conversion Lara	Période radioactive
Alpha total	312 TBq		
Bêta total	13 200 TBq		
Cobalt 60	0,007 TBq	0,17 mg	5,3 ans
Strontium 90	6 600 TBq	1,3 kg	28,8 ans
^{106}Ru	8,8 TBq	72 mg	1 an
Césium 137	5 230 TBq	1,6 kg	30 ans
^{144}Ce	0,2 TBq	1,7 mg	0,8 an
^{154}Eu	120 TBq	12 g	8,6 ans
^{241}Pu	9,1 TBq	2,4 g	14,3 ans
U	1740 g		
Pu	24 g		
^{237}Np	760 g	19,8 GBq	$2,1.10^6$ ans
^{241}Am	730 g	92,6 TBq	432,6 ans
^{244}Cm	54 g	16,2 TBq	18,1 ans
Irradiation gamma	614 Gy/h		
Irradiation neutron	7,7 mGy/h		
Puissance thermique	1580 W		
Contamination	<4 Bq/cm ²		
Masse	497 kg		

Références : [ESK, 9/12/10](#) et [Laraweb](#)

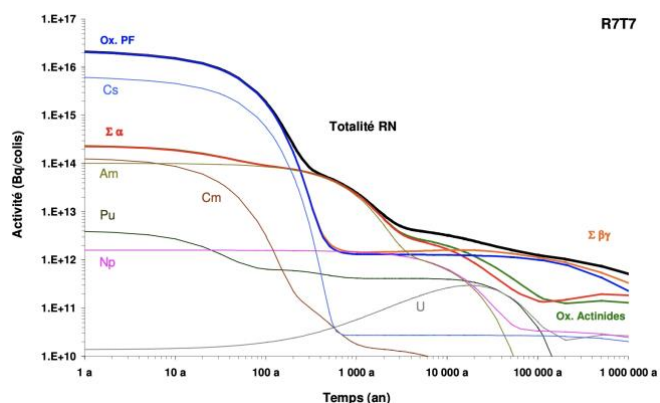
De 1000 à 10^6 ans, l'activité $\beta\gamma$ se stabilise et n'est plus due qu'au ^{135}Cs , ^{95}Zr [plutôt ^{93}Zr ?] et au ^{99}Tc , ce dernier disparaissant après 10^9 ans.

Après 100 000 ans l'activité résiduelle n'est pratiquement plus due qu'à ^{233}U et ^{237}Np . Elle ne décroît quasiment plus pendant plusieurs dizaines de millions d'années et reste à un niveau très faible, comparable à celui de certains minerais d'uranium type pechblende » [CEA, Rapport technique DTCD/2004/06 (Archive GSIEN)].

Lors de l'élaboration de cette Gazette, nous avons archivé ce document du CEA trouvé sur le site Internet de l'AIEA mais le lien est désormais inactif.

Le CEA évoque la présence, improbable à long terme, de ^{95}Zr (période 64 jours), il doit plutôt être question du ^{93}Zr (1,6 millions d'année de période).

Évolution à long terme de l'activité spécifique d'un colis R7T7 (CSV-D)



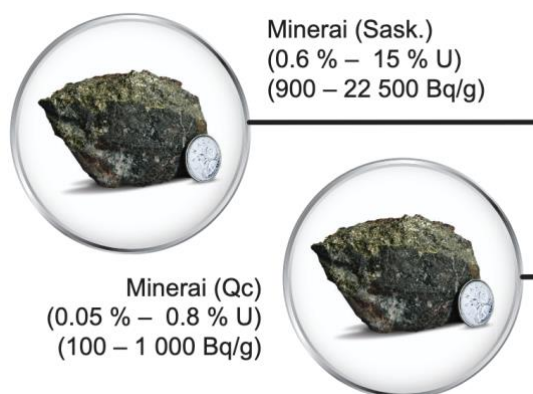
CEA, Rapport technique DTCD/2004/06

Le soi-disant niveau très faible de l'activité résiduelle comparable à celui de certains minerais d'uranium nous interroge (Cf. encadré ci-dessous).

Minerais d'uranium

Les minerais les plus riches se situent au Canada « dont la teneur en uranium peut atteindre jusqu'à 20 % » selon le Gouvernement du Canada [[Uranium au Canada, 20/12/24](#)].

Les archives du même Gouvernement indique qu'un minerai issu du gisements du Saskatchewan avec une teneur de « 15 % » en uranium présente une activité massique de « 22 500 Bq/g » (voir illustration ci-dessous) [[Les enjeux de la filière uranifère au Québec](#)].



D'après le graphique du CEA de l'évolution de l'activité d'un colis dans le temps, après 100 000 années, l'activité totale du colis est d'environ 1 TBq (1.E+12). Avec une masse de 490 kg par colis, l'activité massique est de l'ordre de 2 000 000 Bq/g, soit une valeur supérieure de deux ordres de grandeur à l'activité massique des minerais les plus riches...

Débit équivalent de dose (DED)

En 2009, l'Andra indiquait quelques valeurs de débit de dose de colis primaire dans le dossier des « Options de sûreté » du projet.

Le « *DED maximum au contact du colis primaire* » tel un « CSD-V : verre UOX R7/T7 produits suivant la spécification 300 AQ 16 » est de « 290 Sv/h (après 50 ans) » de refroidissement.

Depuis février 2007, la « *spécification 300 AQ 60* » permet de produire des « verres à teneur augmentée en actinides » encore plus irradiant avec un DED de « 560 Sv/h (après 60 ans) » [[Andra, 2009](#)].

Rappel : la valeur limite la dose efficace annuelle d'exposition professionnelle est de 0,02 Sv (20 mSv), la dose létale est de 5 Sv...

Colis de stockage

« En raison des valeurs des débits d'équivalent de dose des colis primaires, celles des colis de stockage restent élevées après le complément de colisage et ne permettent pas de prévoir des postes de travail permanents sans protection radiologique pour le personnel, en fonctionnement normal des installations. Il est donc retenu de transférer les colis de stockage dans une hotte de protection radiologique, le pilotage de ce transfert étant

réalisé à distance afin de limiter l'exposition des travailleurs.

En fonctionnement dégradé voire accidentel, le risque d'expositions du personnel en charge de l'intervention peut être élevé. L'intervention nécessite une évaluation préalable de l'exposition afin de prévoir l'ajout de protections radiologiques complémentaires et de limiter le temps d'intervention » [[Andra, 2009](#)].

La « Pièce 19 » de l'épais dossier de la DAC indique que « Le producteur doit justifier, pour chaque colis primaire (...) la durabilité du maintien du confinement pendant une durée de 100 ans » [[DAC Cigéo – Pièce 19 - Andra, 2025](#)].

« La connaissance des colis primaires et plus particulièrement leur conditionnement ainsi que leur mode de stockage constitue une donnée d'entrée importante pour établir les grandeurs caractéristiques.

Les grandeurs caractéristiques sont définies par type de colis de stockage et au regard des fonctions de sûreté à assurer : **protection contre les rayonnements ionisants, confinement des substances radioactives, sûreté-criticité, évacuation de la puissance thermique et évacuation des gaz de radiolyse** » [[VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025](#)].

L'Andra déclare les déchets en volume et retient le chiffre de 180 l pour les colis CSD-V comme on peut le vérifier avec la « Proposition de plan directeur pour l'exploitation (PDE) » (2016) de Cigéo. Sur les environ 55 000 colis de déchets HA de l'inventaire de référence, l'Andra avait identifié un total de « 51 511 » « **Colis de déchets vitrifiés CSD-V (AREVA/La Hague)** » pour un volume de « 9 274 m³ », soit pile-poil 180 l par colis (au lieu de 194 l hors-tout) [[PDE Cigéo - Andra, 2016](#)].

Le volume hors-tout des colis avoisinerait donc les 10 000 m³. Néanmoins, dans un souci de cohérence entre nos estimations croisées entre volumes affichés et nombres de CSD-V, nous retiendrons le volume de 180 l.

Mais les volumes de déchets HA affichés par l'Andra sont-ils cohérents avec les volumes d'un stockage ultime ?

Dans sa « Proposition de plan directeur pour l'exploitation (PDE) » (2016) de Cigéo, l'Andra rappelle que les Colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V) sont « appelés "colis primaires", pour les distinguer des "colis de stockage" » ou conteneur de stockage [[PDE Cigéo - Andra, 2016](#)].

Comme des poupées russes, le colis primaire sera enfermé dans un conteneur spécifique qui sera inséré dans une alvéole de stockage de la zone HA, comme l'explique l'IRSN : « Le colis de stockage, destiné à être transféré dans l'installation souterraine de Cigéo, correspond à l'ensemble formé par le ou les colis primaire(s) et le conteneur de stockage.

(...)

Les conteneurs de stockage HA sont de forme cylindrique ; ils se composent d'un corps en acier forgé non allié constitué d'une virole d'épaisseur comprise entre 53 et 65 mm, d'un fond soudé d'une épaisseur adaptée à celle de la virole et d'un couvercle de forme convexe (limitant la surface de contact entre les colis de stockage en alvéoles) réalisés dans la même nuance d'acier » [[IRSN, 2017](#)].

Il existe à ce jour deux modèles de colis de stockage pour les CSD-V produits à la Hague, le « CS 13 » et le « CS 14 » comme indiqué dans la « *Version préliminaire des spécifications d'acceptation des colis publiée par l'Andra* » (2022). On y trouve le schéma du conteneur CS 13 (mêmes dimensions que le CS 14) avec une hauteur 1,6 m – diamètre intérieur 44 cm et extérieur 57 cm - et une épaisseur de virole « mini » de « 65 mm » (Cf. ci-contre).

Il existe d'autres modèle de conteneur de stockage pour les déchets vitrifiés produits à Marcoule par le CEA. Le « CS 15 », plus long et un peu plus large que les modèles 13 et 14. Il permettrait de loger 2 colis primaire de type AVM (Atelier de vitrification de Marcoule).

Mais l'Atelier pilote de Marcoule (APM) a généré 17 m³ de déchets HA dits « PIVER » pour « *Pilote industriel de vitrification de solutions de dissolution de combustibles usés* ». Ils ont été coulés dans divers contenants de plus petits volumes et de géométrie différentes qui nécessiteront trois autres types de conteneurs de stockage [Andra, 2022].

Le « *Dossier d'options de sûreté* » permet de connaître les masses des divers conteneurs, avec par exemple « 1 900 kg » pour les conteneur CS 13 et 14 (mêmes dimensions extérieures) [DOS Cigéo - Andra, 2016]. On peut évaluer le volume hors-tout du **conteneur de stockage de CSD-V** issu de La Hague à **408 litres** et, avec les 490 kg du colis primaire, la **masse totale** du colis secondaire de stockage sera de **2,39 tonnes**. Les différents conteneurs sont présentés page 24.

Déchets HA dont la production est terminée

Les « CSD-U », colis vitrifiés produits lors du retraitement à La Hague des combustible de la filière Uranium naturel graphite gaz (UNGG) : « 132 m³ » recensés par l'Andra à fin 2023 [Andra - F1-3-02].

Des combustibles de cette filière ont également été retraités à l'AVM (CEA - Marcoule) et ont produit « 553 m³ » de colis primaire de déchets vitrifiés [Andra - F1-4-01].

Le rapport de sûreté de Cigéo indique un cumul de 3171 colis AVM (555 m³) soit environ et 2 700 t en version conteneurs de stockage (CS 15) qui pourraient contenir deux colis primaires.

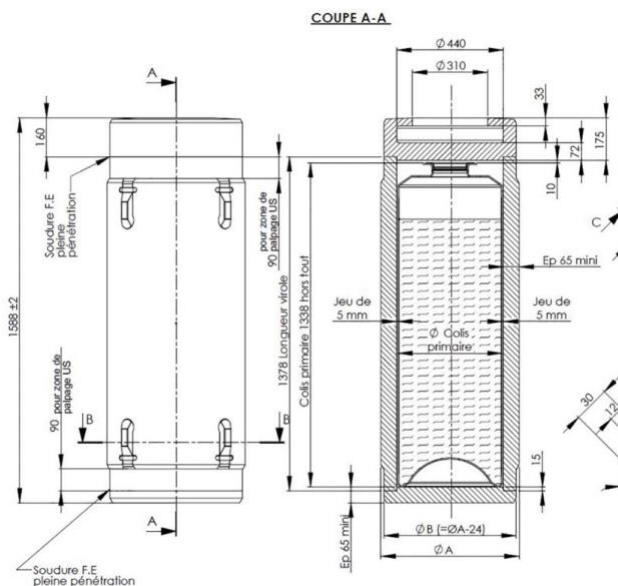
Enfin, « *la mise au point du procédé de vitrification* » par le CEA à Marcoule entre 1969 et 1980 a fourni « 17 m³ » (25 t) de petit colis primaire du procédé PIVER [Andra - F1-5-01].

Le CEA indique dans un document technique que « 176 colis de déchets vitrifiés HA issus de la vitrification PIVER » sont entreposés dans le « bâtiment 213 » de l'APM de Marcoule [CEA, 21/09/15].

La « *Version préliminaire du rapport de sûreté* » rapporte que le colis primaire est composé d'un « *Étui inox regroupant 2 PIVER* » [VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025].

Mis en conteneurs de stockage (modèle CS 10-1), la masse totale serait supérieure à 150 t mais elle est difficile à estimer car trois types d'étais PIVER ont été produits de masse et de volume différent. Dans notre tableau de

Conteneur de stockage de colis primaire CSD-V destiné à Cigéo



Andra, 2022

synthèse, seule la masse moyenne à vide des trois conteneurs de stockage envisagés est indiquée.

Dans cette dernière famille des HA, deux autres modèles de conteneurs de stockage pourraient être utilisés pour 8 colis vitrifiés de « *verres de laboratoire* » [CEA, 21/09/15]. La masse de ces 8 colis pas été prise en compte dans notre tableau de synthèse page suivante.

Ces **déchets HA dont la production est terminée**, 4 374 colis selon nos estimations, représenteraient une masse totale de plus de **5 400 tonnes** dans un éventuel stockage.

Inventaire de référence des déchets HA

Ordre de grandeur du volume estimé dans le « *Dossier du maître d'ouvrage* » : « **environ 10 000 m³ pour les déchets HA (soit environ 60 000 colis)** » [DMO-PNGMDR - DGEC, 2025].

Dans la « *Pièce 7* » des documents de référence de la DAC de Cigéo, le « *Volume 3* » de la « *Version préliminaire du rapport de sûreté* » (VPRS) liste le nombre de colis de l'inventaire de référence en fonction de l'identifiant familles des producteurs de déchets [VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025].

Nous avons listé 51 511 colis du modèle CSD-V (9 272 m³) parmi l'ensemble des colis HA.

La « *Pièce 19* » de la DAC donne une « *Version préliminaire des spécifications d'acceptation des colis* ». On y trouve la « *Désignation* » des différents conteneurs de stockage.

Lorsque tous ces colis seront conditionnés en conteneurs de stockage de 408 l (type CS 14), l'effet poupées russes amènera mathématiquement à estimer un volume plus réel de **21 000 m³**, sans compter les colis de déchets HA autres que les CSD-V des usines d'Orano La Hague.

Ces 51 511 conteneurs CSD-V représenteront une masse de plus de 123 000 tonnes en version stockage.

On dénombre d'autre part « *des déchets technologiques d'exploitation* » et de maintenance « *de l'atelier de vitrification R7 de La Hague* » avec « 55 m^3 » produits à fin 2023 et une projection en 2040 de « 73 m^3 » conditionnés en CSD-V. La masse unitaire indiquée est incomplète car ces colis primaire sont « *en cours de conception* » selon la fiche de l'Andra : l'ajout de « *billes de verre pour combler les espaces vides dans ces colis* » est envisagé [Andra - F1-3-03].

L'Andra a estimé un volume de 73 m^3 de CSD-V pour 2040 soit 406 colis.

Mais le Rapport de sûreté ne liste que « *300 CSD-V* » dans l'inventaire de référence soit 54 m^3 , un volume moindre que celui déjà produit à fin 2023... [VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025].

La masse réelle de déchets de haute activité (environ $56\ 000$ colis pour $24\ 000\text{ m}^3$) à enfouir dépasserait $130\ 000$ tonnes...

On comprend qu'il soit plus atomiquement correct de communiquer sur le volume de $10\ 000\text{ m}^3$ des colis primaire entreposés chez Orano la Hague (et au CEA) que sur le chiffre de $130\ 000\text{ t}$ de déchets HA qui serait réellement à stocker dans Cigéo (Cf. Tableau ci-dessous).

Principe du stockage des déchets radioactifs



Inventaire de référence des déchets de haute activité du projet Cigéo

Déchets de haute activité (HA)			Colis primaire (CP)			Quantités à entreposer		Colis de stockage (CS)			Quantités à stocker	
Famille	Type de déchet	Modèle	Volume (m3)	Masse (t)	Nombre	Volume (m3)	Masse (t)	Modèle	Volume (m3)	Masse (t)	Volume (m3)	Masse (t)
F1-3-01	Déchets vitrifiés - La Hague	CSD-V "chaud"	0,180	0,49	51511	9274	25240	CS 14	0,408	1,9	21016	123111
F1-3-02	Déchets vitrifiés UNGG - La Hague	CSD-U/RU "froid"	0,180	0,474	815	147	386	CS 13	0,408	1,9	333	1935
F1-3-03	Déchets technologiques - R7 La Hague	CSD-V	0,180	0,23	300	54	69	CS 14	0,408	1,9	122	639
F1-4-01	Déchets vitrifiés - AVM Marcoule	Conteneur AVM	0,175	0,41	3171	555	1300	CS 15 (2 CP)	0,705	3,2	2236	5667
F1-5-01	Déchets vitrifiés - APM Marcoule	Etuils PIVER			88	17		CS 10	0,369	1,4	32	123
DIV1	Déchets divers	?				1		?				
			Total colis primaires		55885	10047	26996	Total colis secondaires			23739	131475
Cases grisées	Masse incomplète											

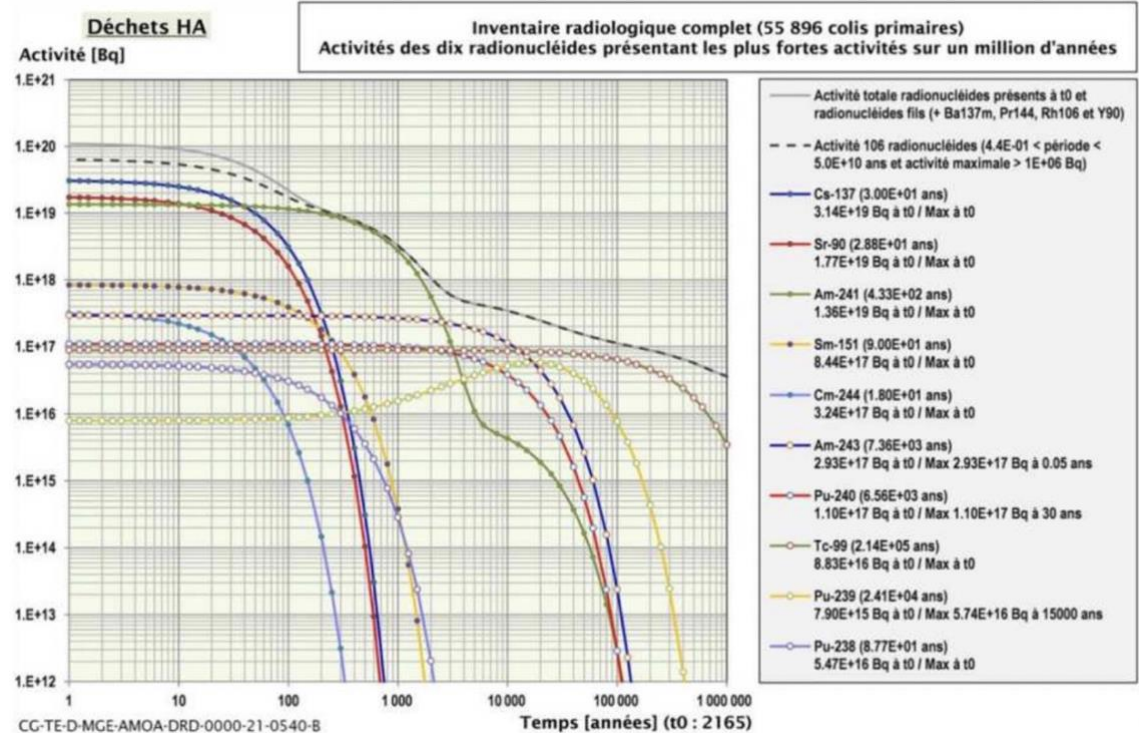
Légende

- UNGG Uranium naturel graphite gaz
- AVM Atelier de vitrification de Marcoule
- APM Atelier pilote de Marcoule
- R7 Atelier de vitrification de La Hague
- CSD Conteneur standard de déchets

Références

- Andra - Catalogue des familles des déchets
- VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025
- DAC Cigéo – Pièce 19 - Andra, 2025
- DOS Cigéo - Andra, 2016

Évolution de l'activité des déchets HA de l'inventaire de référence sur un million d'années après la fermeture de Cigéo



Déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)

Il est également prévu d'envoyer les déchets appelés MA-VL dans l'éventuel centre de stockage Cigéo.

« Les déchets MA-VL contiennent des quantités importantes de radionucléides à période radioactive longue et leur niveau de radioactivité se situe en général entre un million et un milliard de becquerels par gramme » [PDE Cigéo - Andra, 2016].

Dans le cadre du PNGMDR 2022-2026, le Ministère de l'écologie indique que « **Les déchets MA-VL sont principalement issus du retraitement des combustibles usés et des activités de maintenance et de fonctionnement des usines de retraitement.** Il s'agit notamment des déchets de structure des assemblages de combustibles (embouts et coques), de déchets technologiques (outils usagés, équipements, etc.) et de déchets issus du traitement des effluents comme certaines boues » [dechets-radioactifs.ecologie.gouv.fr].

Un document du CEA (2008), « Le conditionnement des déchets nucléaires », donne des précisions sur le traitement « des déchets de structures métalliques » :

« À l'issue de la dissolution du combustible usé dans l'usine de traitement, il subsiste, d'une part la solution de dissolution qui contient les matières valorisables (U, Pu) avec les produits de fission et actinides mineurs, et d'autre part les résidus métalliques provenant du cisailage des gaines constituant l'assemblage combustible. Ces déchets de structure sont composés de tronçons de gaine en zircaloy et de matériaux de structure (embouts, grilles et tubes guides) en acier inoxydable et alliage de nickel (Cf. Photo ci-dessous).

Tronçons de gaine en zircaloy



[CEA, 2008](#)

Malgré un rinçage poussé effectué en sortie du dissolvant, ces déchets de gaine contiennent des produits d'activation radioactifs et une partie de la contamination reste incrustée dans la périphérie de la gaine. De ce fait, ces déchets contiennent une activité α et β trop importante pour être acceptés en stockage de surface.

Entre 1990 et 1995 ces déchets ont été conditionnés dans du béton » puis, « À partir de l'an 2000 le procédé de cimentation a été remplacé par un procédé de compactage des tronçons de gaine permettant une réduction de volume d'environ un facteur 5 par rapport à la cimentation de ces déchets.

(...)

Les déchets de gaine sont introduits dans des étuis métalliques puis compactés avec une presse permettant de densifier le déchet jusqu'à 65 % de la densité du métal ; les galettes ainsi constituées sont empilées dans un conteneur en acier inoxydable ».

Colis primaire

« Colis standard de déchets compactés »

Le colis ainsi constitué, dit « **CSD-C** », ne comporte aucun matériau de blocage. Chaque conteneur contient cinq à dix galettes (en moyenne sept) selon qu'il y a ou non des embouts dans le colis. Dans un souci de standardisation, ces conteneurs sont de même géométrie externe ($D = 0,43 \text{ m}$, $h = 1,3 \text{ m}$, Volume = 180 L) que le conteneur standard de déchets vitrifiés (CSD-V).

(...)

Il contient trois types de radionucléides :

- Des produits d'activation liés aux impuretés de l'ensemble des matériaux de structures ;
- Des produits de fission : environ 0,2 % des produits de fission contenus dans le combustible usé se retrouvent dans les gaines ;
- Des actinides : environ 0,03 % des actinides contenus dans le combustible usé se retrouvent dans les gaines » [CEA, 2008].

Une « Note technique » d'EDF extraite de nos archives détaille les caractéristiques d'un assemblage combustible. Les matériaux de structures dénommés coques et embouts sont principalement constitués par les gaines et les bouchons en alliage au zirconium (dénommé zircaloy), les embouts en acier (304) et les grilles et ressorts en Inconel, un alliage à base de nickel. Composition d'un assemblage de 900 MWe :

- Oxyde d'uranium (UO_2) : « 523,44 kg » dont « 461,4 kg_{ML} » d'uranium enrichi (masse de métal lourd) ;
- Zirconium : 116,4 kg ;
- Acier : 26,5 kg ;
- Inconel : 1,5 kg.

Masse totale : 667,8 kg [EDF, 26/04/1982 ([Archive GSIEN](#))].

Pour un colis standard de déchets compactés, la fiche Andra des CSD-C indique une « Masse moyenne du colis fini : 700 kg » et une « Masse moyenne de déchets par colis : 600 kg (étuis de compactage compris) » [[Andra - CSD-C](#)].

Parmi les documents de référence de la DAC de Cigéo, le « Volume 3 » de la « Version préliminaire du rapport de sûreté » (voir « Pièce 7 ») liste l'ensemble des CSD-C de l'inventaire de référence en colis MA-VL : nous avons dénombré **51 699 colis primaire de type CSD-C** [[VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025](#)].

A raison de 700 kg de moyenne par colis compactés de 180 l, cela représenterait une **masse totale d'environ 36 200 tonnes de colis primaire pour un volume de 9 300 m³**.

Autres déchets MA-VL

Le fonctionnement de telles usines génère, comme l'explique l'Andra, des effluents liquides issus du processus de retraitement : ils « sont traités puis mélangés à un matériau pour les solidifier avant d'être introduits dans un conteneur. Par le passé, c'est le bitume qui était le matériau le plus largement employé pour le conditionnement (...). Il est de plus en plus remplacé par le ciment ou par le verre » [Andra, Juillet 2013].

Vis-à-vis du risque incendie, l'utilisation du bitume n'est pas forcément indiquée... L'ASNR a d'ailleurs émis des réserves sur la démonstration de sûreté vis-à-vis du stockage en l'état des déchets bitumés (Cf. page 11).

A ces nombreux déchets provenant des usines de retraitement des combustibles on peut ajouter les pièces et les structures métalliques activées par le flux neutronique au voisinage des réacteurs ou dans le cœur comme par exemple les grappes de commande.

La liste des multiples familles de déchets MA-VL répertoriés dans l'inventaire révèle la nature hétérogène du stock entreposé chez les différents producteurs. En conséquence, « les conteneurs employés pour le conditionnement des déchets MA-VL sont de gabarits variés ; ils peuvent être en acier non allié, en acier inoxydable, en béton armé ou fibré. Le plus petit colis a un volume de 180 litres et est couramment utilisé sur le site de La Hague (conteneur standard de déchets). Le colis le plus imposant a un volume de 5 m³ » [Andra, Juillet 2013].

Colis de stockage

Dans le « Dossier d'options de sûreté » de l'Andra (2016), « Trois solutions de colis de stockage sont envisagées pour le stockage des colis de déchets MA-VL à Cigéo :

- **Solution n° 1 pour la majorité des familles de colis de déchets :**

Le colis primaire destiné à Cigéo est placé dans un conteneur de stockage dit « de référence » à son arrivée à Cigéo ou avant son expédition par le producteur.

- **Solution n° 2 pour quelques familles de colis de déchets :**

Le colis primaire destiné à Cigéo est placé dans un conteneur de stockage dit « renforcé vis-à-vis du confinement » qui assure les mêmes fonctions que le conteneur « de référence » (cf. solution n° 1) ainsi qu'une fonction supplémentaire vis-à-vis du confinement pour pallier l'incertitude du maintien du confinement du colis primaire une fois stocké en alvéole pour toute la durée d'exploitation réversible. Ce conteneur de stockage assure alors les performances de confinement en cas de dégradation prématurée du colis primaire dans l'alvéole. Le clavage du couvercle du colis de stockage est actuellement retenu en tant que solution technique de base pour ce conteneur dit « renforcé ». Cela concerne en particulier quelques familles déjà produites.

- **Solution n° 3 pour certaines familles dites « éligibles au stockage direct » : Le colis primaire destiné à Cigéo n'est pas mis en conteneur de stockage et est stocké directement dans l'alvéole : le colis primaire devra satisfaire aux fonctions attribuées à un colis primaire qui serait mis en**

conteneur de stockage « de référence » ; ses caractéristiques radiologiques, mécaniques et physico-chimiques devront être compatibles avec le dimensionnement de l'installation (classe de confinement retenue dans l'alvéole MA-VL notamment) sans contribution d'un quelconque conteneur de stockage. Les familles concernées sont les familles de type C1PG [Cf. ci-dessous] , CSD-C, CBFC'2. A cette liste s'ajoutent les familles de colis pour lesquelles le conditionnement est à l'état de recherche.

Pour les familles dites « éligibles au stockage direct », les études de conception au niveau APD [Avant-projet détaillé] seront réalisées en considérant d'une part la solution n° 1 et la solution n° 3. Au moment de la DAC, au regard des éléments de démonstration apportés, le rapport de sûreté précisera la solution retenue » [DOS Cigéo - Andra, 2016].

Coque béton de type C1PG pour le conditionnement des déchets MA-VL éligible au stockage direct



Coque béton du colis C1PG®



Panier métallique accueillant les déchets

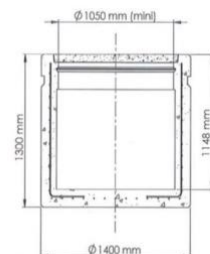


Photo EDF, lien ASNR

Lors de la Demande d'autorisation de création (DAC), l'IRSN indique que « Deux modes de stockage sont retenus pour le stockage de déchets MA-VL :

- le stockage des colis primaires après mise en conteneur de stockage dans l'installation EP1, soit en conteneur standard avec couvercle vissé, soit en conteneur renforcé vis-à-vis du confinement avec un couvercle vissé et clavé ;
- le « stockage direct », consistant à la mise en place du colis primaire directement en alvéole de stockage soit de façon unitaire, soit en disposant plusieurs colis primaires dans un panier de stockage » [Rapport 2024-00623 - IRSN].

La « Version préliminaire des spécifications d'acceptation des colis » de la DAC désigne le « conteneur de stockage » qui sera utilisé pour les différentes familles en nécessitant (Cf. Illustration page 25).

Avec un volume de 9 306 m³ les 51 699 colis primaire de type CSD-C de l'inventaire de référence répertoriés par nos soins dans les familles du rapport préliminaire de sûreté se voient attribuer un conteneur de stockage en béton armé, codifié « CS 2.2 », qui serait constitué de quatre colis primaire [DAC Cigéo – Pièce 19 - Andra, 2025].

Mais quid de la masse et du volume de ce conteneur de stockage ?

Le « Dossier d'options de sûreté » de Cigéo indique les dimensions de chaque conteneurs envisagés avec leur masse « vide » et « chargée ». Pour un volume de 5,3 m³, le CS 2.2 pèse « 12 939 kg (chargé) » et peut contenir

quatre colis primaire CSD-C (Cf. photo ci-après) [DOS Cigéo - Andra, 2016].

Ainsi, 12 925 conteneurs de stockage CS 2.2 seront nécessaires **pour conditionner les 51 699 CSD-C, pour un volume réel à stocker de 69 000 m³ et une masse de 167 000 tonnes...**

Démonstrateur de conteneur en béton de stockage (modèle CS 2.2) pour les CSD-C



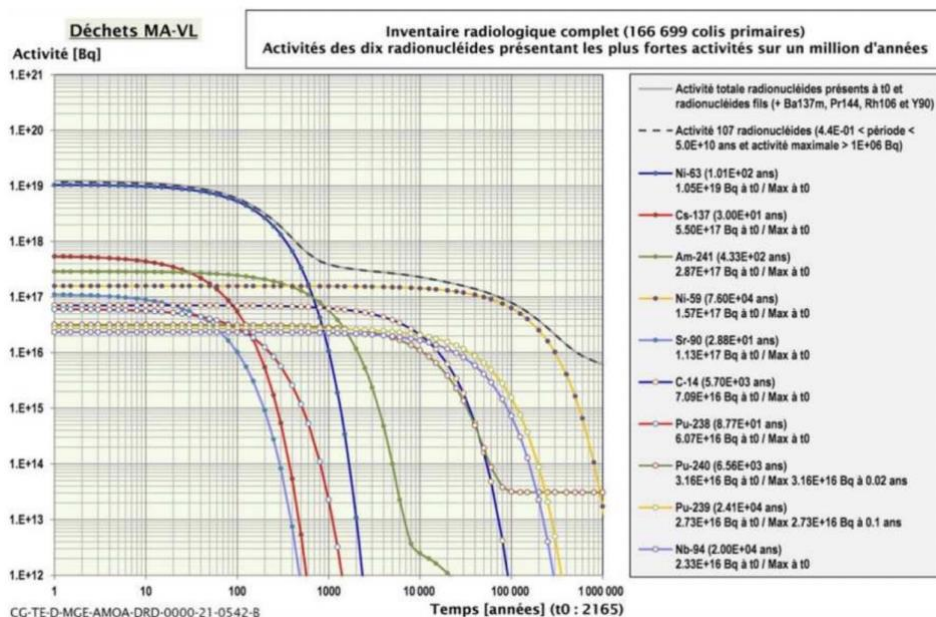
Andra, 2018

Hypothèse du stockage direct des CSD-C

A la place du conteneur en béton de stockage de 4 CSD-C (modèle CS 2.2), un panier de stockage pourrait être utilisé. Il s'agit du modèle « CS 22 » : « *Le panier présente six emplacements de CSD-C* » [DAC Cigéo – Pièce 19 - Andra, 2025]. Le volume du panier n'est pas indiqué.

D'après le bilan fait par d'Orano lors de sa contribution au PNGMDR en 2018, « *la mise en stockage en paniers de 4 CSD-C qui réduirait seulement d'un facteur 3,35 les volumes à stocker par rapport à la mise en stockage en conteneur béton* » du modèle CS 2.2 [PNGMDR - Orano].

Évolution de l'activité des déchets MA-VL de l'inventaire de référence sur un million d'années après la fermeture de Cigéo



Rapport IRSN N° 2024-00212

En retenant cet ordre de grandeur de réduction du volume de stockage des CSD-C entre un stockage en conteneurs ou en paniers, la différence de volume serait de l'ordre de 20 000 m³ si tous les colis étaient concernés.

Nous n'avons pas trouvé les caractéristiques du panier avec *six emplacements de CSD-C* et n'avons pu effectuer ni un calcul de la masse totale ni une estimation plus fine du volume du stockage en paniers.

Inventaire de référence des déchets MA-VL

L'ordre de grandeur du volume qui serait à stocker est de **73 000 m³**.

En tête du peloton des producteurs, Orano se distingue par la quantité de colis produite et à produire : 93 068 colis selon le décompte réalisé à partir du Volume 3 du Rapport de sûreté.

Le CEA prend la deuxième place avec 63 294 colis. EDF montera sur le podium avec 5 835 colis, principalement les Déchets activés de déconstruction des réacteurs REP (DAD pour les intimes).

La médaille en chocolat reviendra à ITER, s'il fonctionne un jour, avec 3 524 colis pour une seule machine...

Enfin, l'Andra prévoit de conditionner 19 colis [VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025].

Au total, nous avons chiffré près de **166 000 colis primaire de déchets MA-VL**.

De son côté, l'IRSN avait dénombré 166 699 colis MA-VL comme on peut le voir dans la figure ci-dessous présentant l'évolution de leur activité sur un millions d'années.

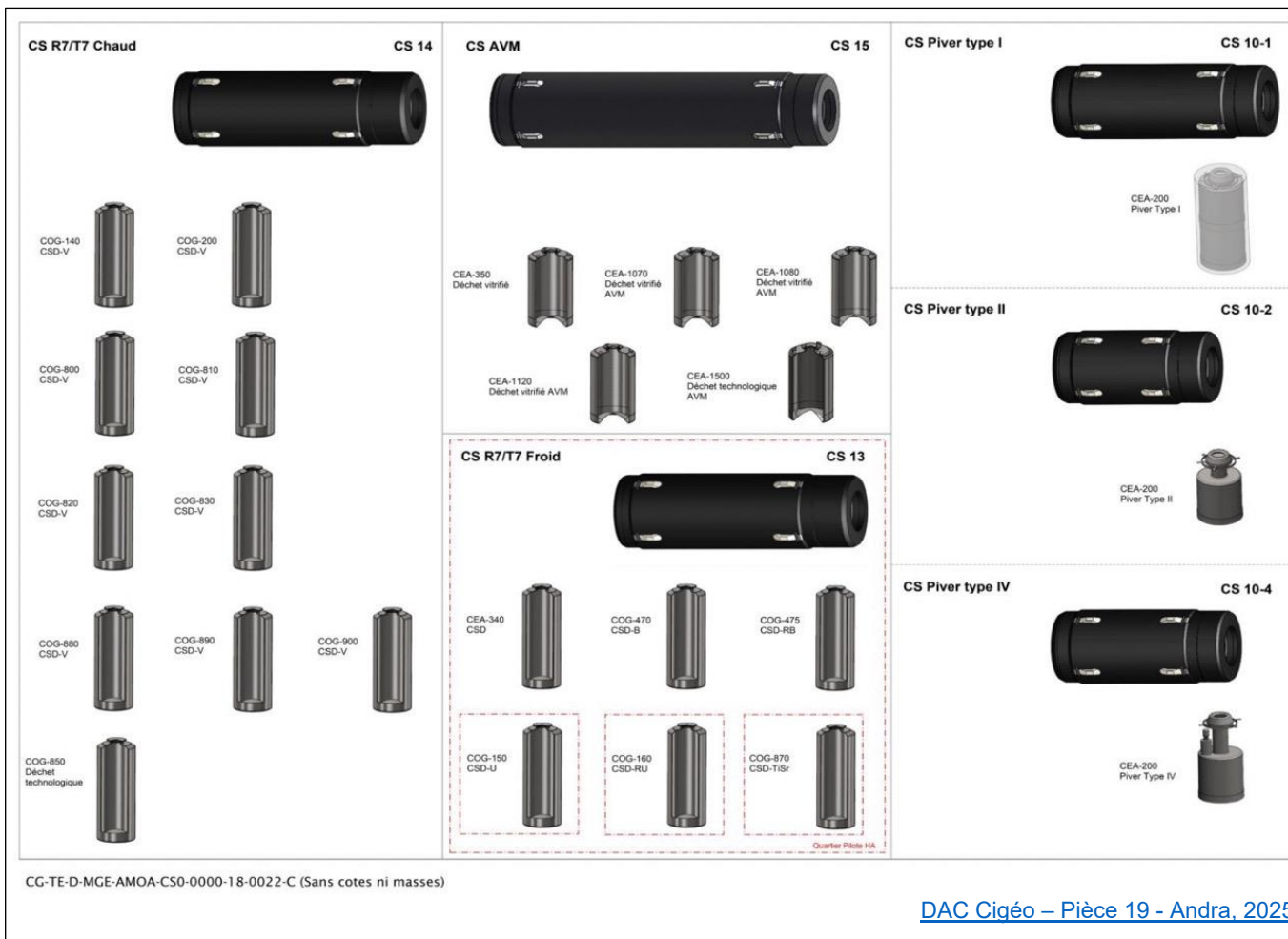
Nous n'avons pas synthétisé l'ensemble des déchets MA-VL de l'inventaire de référence comme nous l'avons fait pour les déchets HA. L'Andra recense 36 familles de déchets MA-VL dans son « *Catalogue des familles des déchets* » mais dans les divers documents de la DAC,

« *Les colis de déchets MA-VL de l'inventaire de référence sont répartis au sein de 80 familles* ». Il s'agit là des familles de producteurs de déchets comme le CEA, EDF, Orano (famille référencée « COG » comme Cogema), ITER et l'Andra (« AND-000 ») [VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025].

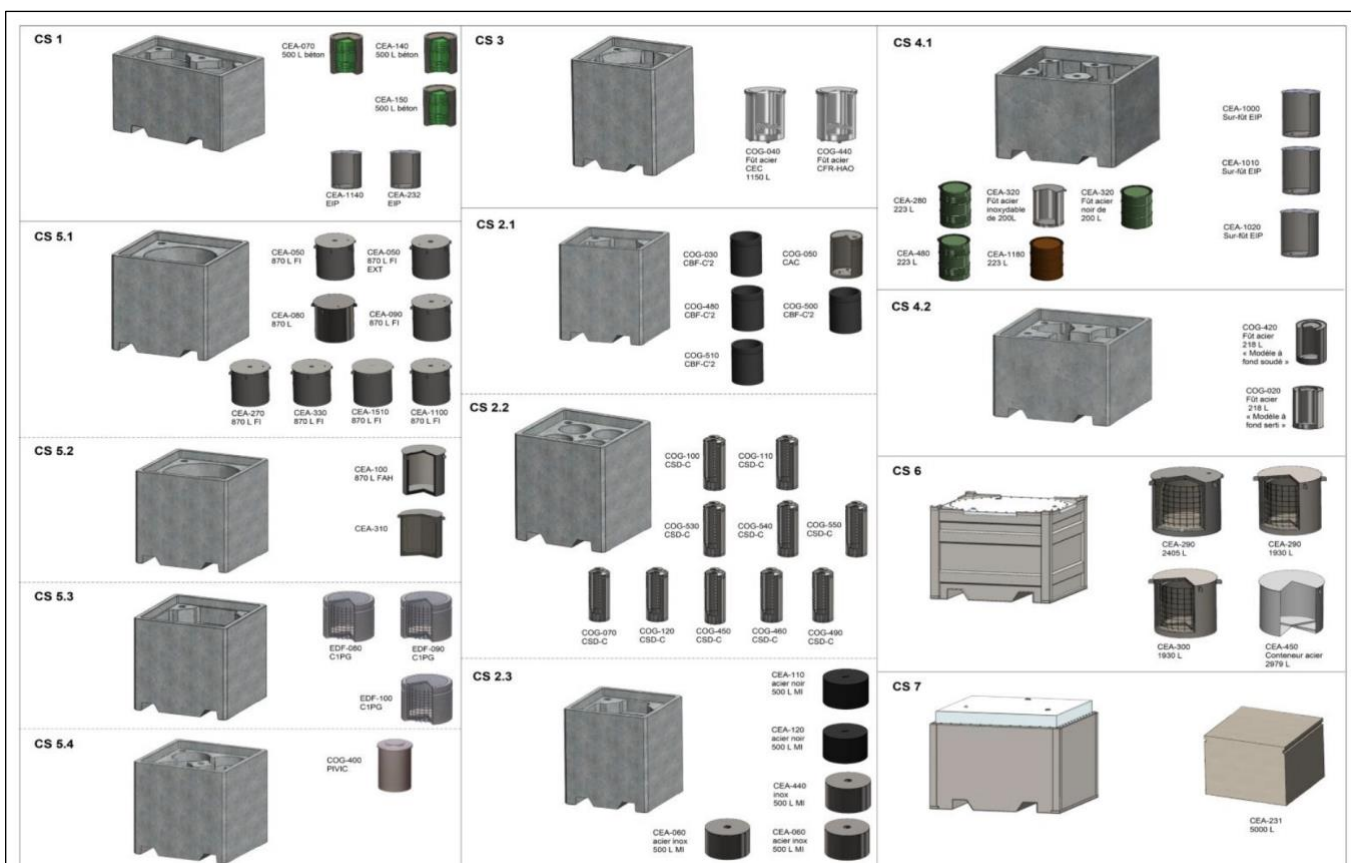
Inutile de vous expliquer que s'y retrouver dans ces histoires de famille n'a pas été une mince affaire.

Cependant, nous avons tenté de recouper les déchets recensés entre les familles de l'Andra et celles du producteur Orano, qui assure le retraitement des combustibles irradiés à La Hague, afin d'établir le bilan de la production des déchets de retraitement à fin 2023 (Cf. Page 26).

Conteneurs de stockage des colis primaires vitrifiés HA destinés à Cigéo, réalisés en acier à bas carbone non allié



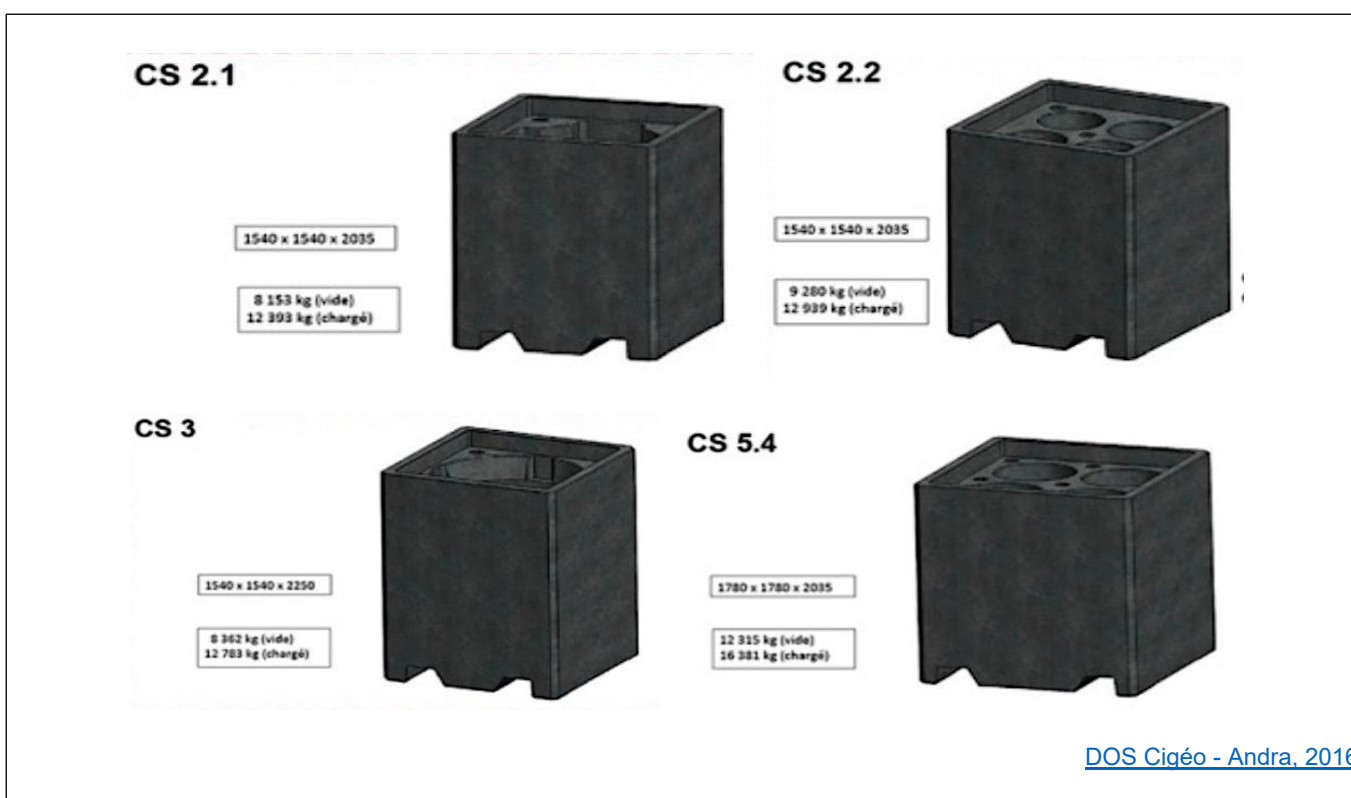
Conteneurs de stockage des colis primaires MA-VL destinés à Cigéo, réalisés en béton armé sauf CS 6 et CS 7 en acier noir non allier



CG-TE-D-MGE-AMOA-CS0-0000-18-0021-F (Sans cotes ni masses)

[DAC Cigéo – Pièce 19 - Andra, 2025](#)

Principaux modèles de conteneurs de stockage MA-VL

[DOS Cigéo - Andra, 2016](#)

Bilan d'étape du retraitement des combustibles à La Hague

Réduction du volume des déchets ?

« **Grâce au recyclage, le volume des déchets les plus radioactifs est divisé par 5** » comme Orano nous l'explique sur son site Internet à la page « *Traitement & recyclage des combustibles usés : ce qu'il faut retenir* » [[Orano.group](#)].

Mais de quel volume est-il question ? Du volume des colis primaires ou de celui des conteneurs de stockage ?

Pour les *déchets les plus radioactifs*, a priori ce serait les déchets de Haute activité (HA) et ceux dits de Moyenne activité à vie longue (MA-VL).

On trouve un « *Bilan des volumes des déchets à vie longue produits par le traitement-recyclage des combustibles usés* » dans la *Contribution Orano au Débat Public sur le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs* en 2018. Orano nous abreuve de chiffre pour arriver à la conclusion que « *les éléments publiés permettent bien de vérifier que le traitement-recyclage réduit les volumes ultimes à stocker d'un facteur de l'ordre 5* » par rapport à un éventuel stockage direct des combustibles irradiés.

Orano précise que « *Ce facteur est le résultat des optimisations de production (réduction du volume des déchets d'exploitation) et de conditionnement (notamment le compactage en colis CSD-C) réalisées à La Hague qui permettent d'assurer cette valeur nominale de réduction de volume de l'ordre de 5 depuis des années.*

(...)

Le bilan historique, depuis la mise en production des usines de La Hague, conduit également à une réduction des volumes des déchets ultimes à vie longue. Cette réduction historique moyenne globale montre que sur la durée le traitement-recyclage a bien produit un avantage en termes de volumes ultimes à gérer en stockage » [[PNGMDR - Orano](#)].

Mais Orano ne chiffre pas *cette réduction historique moyenne globale*...

Pour y voir plus clair sur cette réduction affichée du volume *ultime* des déchets *grâce au recyclage*, nous avons dressé un point d'étape à fin 2023 des déchets d'exploitation produits lors des opérations de traitement des combustibles irradiés et des volumes de stockage associés. Puis nous avons évalué le volume qu'aurait pris les assemblages combustibles s'ils n'avaient pas été recyclés mais conditionnés en colis primaires et mis en conteneurs de stockage.

Bilan du traitement des combustibles

Le *Catalogue des familles des déchets* publié par l'Andra sur son site Internet nous a permis de connaître les volumes de déchets déjà produits par les usines de La Hague à fin 2023.

Un rapport annuel d'Orano Recyclage donne quelques indications historiques sur les déchets produits mais aucun des chiffres cités n'est exprimés en volume...

Divers documents de référence de la Demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo nous ont été précieux pour croiser les diverses informations, sans oublier quelques rapports de l'IRSN et de l'ASNR.

Le bilan établi par nos soins ne reflète pas la quantité de déchets radioactifs générée par le traitement des combustibles irradiés issus des centrales françaises. En effet, des combustibles provenant de l'étranger sont également retraités à La Hague.

Les chiffres publiés par Orano Recyclage mentionnent le nombre de colis de déchets HA et MA-VL conditionnés en conteneurs standards vitrifiés ou compactés (CSD-V et CSD-C) « *en cumulé depuis le démarrage des usines du site de la Hague* » en regard de la masse totale de combustibles irradiés qui y ont été traités, sans distinction de la part des électriciens étrangers. Comme indiqué dans le rapport annuel d'Orano Recyclage concernant le « *Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations d'Orano la Hague* » :

« Au 31 décembre 2024, en cumulé depuis le démarrage des usines du site de la Hague » :

- **41 236 tonnes de combustibles usés ont été traitées.**

- 26 011 CSD-V, 751 CSD-U et 21 124 CSD-C ont été produits » [[Orano Recyclage, 2024](#)].

Quand on parle de tonnes de combustible, il faut entendre tonnes de métal lourd initial (tMLi), c'est-à-dire la masse d'uranium contenue dans les assemblages combustibles. Ce tonnage ne représente ni la masse d'oxyde d'uranium ni la masse totale des assemblages combustibles.

En retranchant le tonnage traité en 2024, **à fin 2023, 35 470 tonnes de métal lourd de combustible ont été traitées à La Hague** et ont produits 45 888 colis primaires (CSD-V et CSD-C), hors combustible UNGG (Cf. Tableau 1 ci-dessous).

Nous avons trouvé la masse de combustible UNGG traitée sur UP2-400 dans le « *Rapport de sûreté des opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de*

Tableau 1 - Masse des combustibles traités et nombre de colis produits à fin 2023 en cumulé depuis le démarrage des usines du site de la Hague

	Masse de métal lourd (tML)			Colis primaire (nombre)		
	Totale	UNGG	Sans UNGG	CSD-V	CSD-C	CSD-U
A fin 2024	41236	4896	36341	26011	21124	751
En 2024	871	0	/	713	534	0
A fin 2023	40365	4896	35470	25298	20590	751

Légende

CSD-C Conteneur standard de déchets compactés
CSD-U Conteneur standard de déchets vitrifiés UNGG
CSD-V Conteneur standard de déchets vitrifiés
tML Tonne de métal lourd (uranium enrichi)
UNGG Filière Uranium naturel graphite gaz

Références

Rapport de sûreté INB 33
[Orano Recyclage, 2024](#)

l'INB 33 » : « 4 895,5 tonnes » entre 1966 et 1990 soit environ 12 % de la masse totale de métal lourd traitée à La Hague à fin 2023 [RS INB 33, 2008 ([Archive GSIEN](#))].

Précisions sur les contrats d'Orano Recyclage à l'étranger :

« Les contrats correspondants, signés essentiellement dans les années 1970, sont aujourd'hui appelés « contrats anciens ». Une partie de ces contrats a été signée avec des électriciens étrangers sans obligation de retour des déchets dans le pays d'origine.

(...)

Le 30 décembre 1991, une première loi a encadré le traitement des combustibles usés étrangers, en interdisant le stockage en France des déchets qui en sont issus.

Dans ce contexte commercial et réglementaire, Orano Recyclage a mis en place au début des années 1990 un système comptable permettant la répartition des déchets entre les différents clients, système fondé sur l'activité des déchets. **Ce système comptable prend en compte non seulement les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue conditionnés en colis standards [CSD-V et CSD-C], mais également les déchets issus de l'usage des installations de la Hague conditionnés en colis de déchets bitumés et cimentés, et plus récemment en colis d'effluents vitrifiés de moyenne activité (CSD-B).**

(...)

Les expéditions des premiers conteneurs de déchets vitrifiés ont débuté en 1995 vers le Japon et celles des déchets compactés ont débuté en 2009 vers les Pays-Bas » [[Orano Recyclage, 2024](#)].

En sus des colis CSD-V et CSD-C, Orano prend donc en compte les déchets technologiques MA-VL issus de l'usage des installations au prorata de l'activité des combustibles étrangers retraités.

Rappels importants avec l'IRSN

« Les opérations de traitement des assemblages combustibles usés génèrent essentiellement :

- des concentrats de produits de fission et d'actinides mineurs, ainsi que des suspensions de fines de cisailage et de dissolution (...) conditionnés en conteneurs standard de déchets vitrifiés (CSD-V) ;
- les déchets de structure (...) conditionnés en conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C) ;
- **les déchets technologiques et les déchets générés par le traitement des effluents aqueux et organiques** [souligné par nous]. Ces déchets sont conditionnés dans différents types de conteneurs en fonction de leur nature, de leur niveau d'activité et de leur filière de gestion (CBF-C'2, colis de déchets bitumés issus de la décontamination des effluents liquides provenant des usines UP2 et UP3, colis C0 issus du traitement des effluents organiques...) » [Rapport IRSN n° 2018-00007 ([lien Orano](#))].

Comme Orano Recyclage le fait avec ses clients étrangers, l'IRSN comptabilise les déchets technologiques issus de l'usage des installations parmi les déchets d'exploitation générés par les opérations de traitement des assemblages combustibles. L'ASNR en fait de même.

Rappels importants de l'ASNR

« **Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines** » de « **retraitement Orano Cycle de La Hague** » :

« les opérations de retraitement (...) mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides, ainsi que des déchets solides.

Les déchets solides sont conditionnés sur le site, soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment. **Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage de l'Aube (CSA)**

[souligné par nous] **ou entreposés sur le site Orano Recyclage de La Hague** dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif » pour les déchets à vie longue comme les FA-VL [[ASNR - Orano La Hague](#)].

Les déchets d'exploitation produits par le fonctionnement des usines de retraitement et qui sont envoyés au CSA appartiennent à la catégorie FMA-VC.

Outils de mesure du volume des déchets radioactifs utilisés par les professionnels du recyclage



Modèle Laure Ano

Illustration GSIEN

Déchets de recyclage mesuré à la louche ?

Mais quels déchets retient Orano dans sa comptabilité pour affirmer une *réduction historique moyenne globale* des déchets par rapport à un stockage direct de combustibles non retraités ?

Orano base son évaluation sur les seules quantités de CSD-V et CSD-C produites par tonne de combustible.

Les importants volumes de déchets technologiques résultant de l'exploitation et de la maintenance des installations ne sont pas pris en compte...

Orano additionne seulement le volume que prendraient les conteneurs de stockage des CSD-V au volume

que prendraient des **CSD-C en stockage direct de colis primaires sans conteneur de stockage**, mais conditionnés dans de simples paniers de stockage.

Puis, Orano compare ce volume à celui que prendraient des assemblages combustibles conditionnés dans de volumineux conteneurs de stockage, un modèle de conteneurs de 4,8 m³ (27 t) pour conditionner quatre assemblages courts (900 MWe) qui semble aujourd'hui abandonné au profit de conteneurs de stockage mono-assemblage de l'ordre 0,78 m³ (environ 4 t) pour les assemblages courts (Cf. Illustration page 30).

Masse et volume du stockage direct des combustibles irradiés

Il existe deux sortes d'assemblages à base d'Uranium naturel enrichi (UNE), les "courts" (900 MWe) d'une masse totale d'environ « 665 kg » et les assemblages "longs" d'environ « 775 kg » de masse totale comme indiqué dans un document technique de l'Andra. « *Les hauteurs totales des assemblages, après irradiation, sont de 4 120 mm* » pour les courts et « *4 870 mm* » pour les longs.

A noter que l'uranium est utilisé sous forme d'oxyde (UO₂), appelé UOX ; les masses respectives de « *Céramique UO₂* » entre assemblages court et long sont de « *521,2 kg* » et « *608,1 kg* » [[Andra, 2013](#)].

Un rapport de l'IRSN donne les masses de métal lourd d'uranium des combustibles UNE : « *Les assemblages des paliers 900 MWe (CP0 et CPY) contiennent chacun 460 kg de métal lourd. Ceux des paliers 1 300 MWe (P4 et P'4) et 1 450 MWe (N4) en contiennent environ 535 kg* » [Rapport IRSN n° 2018-0007 ([lien Orano](#))].

La masse moyenne de métal lourd des assemblages est de 497,5 kg.

Les annexes d'un rapport de l'IRSN établi à l'occasion de la DAC de Cigéo mentionne le nombre d'assemblages « *Combustibles usés intégrés à l'inventaire de réserve* » avec les valeurs du « *Volume total de colis primaire* » et de « *colis de stockage* » dans le cas où des assemblages combustibles devraient être stocker sans retraitement (inventaire de réserve) en colis mono-assemblage.

Le volume moyen de colis primaire serait de l'ordre de 0,5 m³ par tonne de métal lourd et d'environ 1,7 m³/t_{ML} pour le colisage de stockage. « *La masse des colis de CU* » (Combustible usé) serait « *au plus 5 200 kg* » pour un assemblage long [[Rapport IRSN N° 2024-00623](#)].

La masse d'un colis de stockage chargé d'un assemblage combustible usé court peut être estimé à environ 4,5 t.

Nous avons retenu une masse forfaitaire de 5 tonnes par colis.

La masse cumulée des combustibles traitée à La Hague (35 470 t_{ML} hors UNGG) représente environ 71 300 assemblages combustibles moyens (hypothèse 50 % d'assemblages courts et 50 % de longs).

S'ils n'avaient pas été retraité mais conditionnés en colis primaire, ces assemblages aurait représenté un volume d'environ 17 650 m³.

En colis de stockage tel que définis par l'IRSN, le volume aurait été de 60 000 m³ pour une masse d'environ 350 000 tonnes (Cf. Tableau 2 page 33).

Installations d'Orano productrices de déchets à La Hague

Installations en phase de démantèlement :

- **INB 33 - Usine de traitement des combustibles irradiés** ou Usine plutonium "UP2-400" :

« 1966 – Mise en exploitation pour le traitement des combustibles de la filière UNGG.

Mai 1976 – Démarrage actif de l'atelier HAO et début du traitement des combustibles de la filière eau légère [REP].

Février 1987 – **Fin du traitement industriel des combustibles UNGG** ». Deux reliquats de combustible UNGG seront traités en 1989 et 1990 (0,4 t_{ML}).

« 1994 - **Fin du traitement industriel des combustibles eau légère (...)**. Deux campagnes de traitement de combustible MOX seront réalisées en 1996 et 1998 pour un tonnage de 44,4 tonnes ».

Cette masse de 44,4 t_{ML} (U + Pu initial) ne correspond pas à la masse indiquée dans le tableau de synthèse des « Combustibles traités de 1966 à 2001 dans l'INB 33 » :

UNGG – 4 895,5 t ;

REP – 10 432,3 t ;

MOX – 9,6 t ;

RNR – 10 t (filière à neutron rapide) [RS INB 33, 2008 ([Archive GSIEN](#))].

- **INB 38 - Station de traitement des effluents et déchets solides "STE2", et "AT1" :**

« La station STE2 servait à collecter les effluents de l'usine UP2-400, à les traiter et à entreposer les boues de précipitation issues du traitement. Les boues de STE2 sont ainsi les précipités qui fixent l'activité radiologique contenue dans les effluents ; elles sont entreposées dans sept silos. Une partie des boues a été enrobée dans du bitume et conditionnée dans des fûts en acier inoxydable dans l'atelier STE3. À la suite de l'interdiction du bitumage par l'ASN en 2008, Orano a étudié d'autres modes de conditionnement pour les boues non conditionnées ou entreposées » [[ASNR - STE2](#)].

- **INB 80 - Atelier Haute activité oxyde "HAO" :**

« L'atelier HAO assurait les premières étapes du processus de traitement des combustibles nucléaires usés [REP] : réception, entreposage, puis cisailage et dissolution. Les solutions de dissolution produites dans l'INB 80 étaient ensuite transférées dans l'ensemble industriel UP2-400, dans lequel avait lieu la suite des opérations de traitement » [[ASNR - HAO](#)].

Installations en exploitation :

« En 1981, COGEMA était autorisée à :

- créer les usines UP3-A (INB 116) et UP2-800 (INB 117), conçues pour traiter les combustibles en provenance des réacteurs de la filière à eau légère ;
- créer une nouvelle station de traitement des effluents liquides STE3 (INB 118), capable d'épurer les effluents radioactifs de ces deux usines avant leur rejet en mer » [[Areva - Étude d'impact INB 116, 2013](#)].

INB 116 - Usine de traitement des combustibles irradiés ou Usine plutonium "UP3 A" :

« L'usine (...) comprend 15 ateliers dans lesquels sont effectuées les opérations de réception, d'entreposage et de traitement d'assemblages combustibles irradiés [REP] et de matières nucléaires, ainsi que le conditionnement et l'entreposage des matières extraites (uranium et plutonium) et des déchets résultant des opérations précitées ». Parmi les ateliers se trouve l'atelier T7 de vitrification des produits de fission.

« La mise en service des ateliers de l'usine UP3-A (...) s'est déroulée de manière échelonnée entre 1986 et 2002 » [[IRSN, 12/06/13](#)].

Selon une source de l'IRSN, **environ 24 t_{ML} de combustible URE** (Uranium de retraitement enrichi) ont

été traités en mélange avec du combustible UNE en 2015.

INB 117 - Usine de traitement des combustibles irradiés ou Usine plutonium "UP2-800", démarrée en 1994 :

« L'usine de traitement d'éléments combustibles irradiés provenant des réacteurs nucléaires à eau ordinaire (UP2-800) comprend plusieurs installations : NPH, Piscine C, R1, R2, R4, SPF (4, 5, 6), BST1, R7 » [ASN - UP2-800]. L'atelier R7, c'est l'autre atelier de vitrification producteur des CSD-V.

D'après l'IRSN, « Depuis la mise en service de l'usine UP2-800, quatre campagnes de traitement de combustibles MOX (...) ont été effectuées » [IRSN, 30/06/17].

INB 118 - Station de traitement des effluents et déchets solides "STE3" :

« La "Station de traitement des effluents liquides et des déchets solides STE3" (...) a été autorisée en 1981 et mise en exploitation en 1987. Sa vocation principale est le traitement des effluents actifs du site puis le conditionnement des précipités actifs (appelés « boues ») issus de ce traitement » [ASNR - STE3]

Déchets pris en compte dans un premier bilan GSIEN

A la place des deux familles de déchets retenues par Orano (celles des CSD-V et CSD-C) nous avons retenu les familles qui recensent l'ensemble des déchets HA et MA-VL, les plus radioactifs, produits par l'exploitation des usines de retraitement de La Hague (Cf. Tableau 3 page 31).

Les déchets HA et MA-VL issus du traitement des combustible irradiés à La Hague (soit 35 470 t_{ML} hors UNGG à fin 2023), une fois tous conditionnés en colis de stockage, représenteront une masse de 297 000 tonnes et un volume de l'ordre de 107 500 m³, un volume supérieur à celui qu'aurait pris le stockage de colis d'assemblages combustibles non retraités (60 000 m³).

Éventualité d'un « stockage direct »

Le rapport de sûreté signale que « La mise en œuvre de ce mode de stockage est prévue dès la mise en service de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo pendant la Phipil [Phase pilote] au sein des premiers alvéoles de stockage MA-VL pour les familles Orano conditionnées en CSD-C et en CBFC'2 » (Conteneur béton-fibres cylindrique) [VPRS Cigéo Vol 3 - Andra, 2025].

Les deux familles concernées sont surlignées en vert dans le tableau 3.

Dans le cas d'un stockage direct en paniers de tous les CSD-C à la place de conteneurs de stockage comme le fait Orano dans sa contribution au PNGMDR, le volume de stockage de cette famille (F2-3-02) serait de 8 200 m³ selon l'hypothèse Orano (au lieu de 27 468 m³).

Si tous les déchets MA-VL conditionnés en CBF-C étaient admis au stockage direct (Famille F2-3-08), le volume à stocker serait réduit d'environ 13 600 m³.

Le volume total des déchets les plus radioactifs serait alors de 74 500 m³, tout de même supérieur au 60 000 m³ de combustibles mis en conteneurs de stockage.

Autres déchets radioactifs produits lors du traitement des combustibles irradiés

Ce second bilan prend en compte les déchets technologiques, les déchets générés par le traitement des effluents aqueux et organiques et les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés (FMA-VC) cités par l'IRSN et l'ASNR. Nous y avons ajouté les déchets FA-VL.

Nous avons recensé environ 86 000 m³ de déchets pour une masse de 156 600 tonnes (Cf. Tableau 4 page 31).

Particularité des déchets FA-VL

Pour ces déchets, c'est un peu nébuleux. Cinq familles « Orano/La Hague » se retrouvent dans l'inventaire de l'Andra. Explications :

- Les familles F9-3-04 (Conteneurs amiante-ciment de déchets technologiques d'exploitation), F9-3-05 et F9-3-06 (Colis d'enrobés bitumineux) ne sont pas accessibles sur le site Internet de l'Andra (téléchargement bloqué par une erreur inattendue « The website encountered an unexpected error »).

Les volumes peuvent se retrouver dans « le fichier source de l'Inventaire national des déchets radioactifs » [Andra - Open data 2023].

Les caractéristiques en volume des colis de ces trois familles peuvent se trouver dans d'autres familles de déchets. Nous avons attribué un colis forfaitaire pour calculer les masses et volumes de ces trois familles.

- La famille F9-3-03 mérite le détour : la fiche Andra indique une « Production terminée » de ces déchets FA-VL et un « Stock à fin 2023 » de « 4 144 m³ » (8 160 t) pour une « Activité totale déclarée à fin 2021 (en Bq) » de « 0.00E+00 » [Andra - F9-3-03].

Problème : quelques années plus tôt, le « Catalogue descriptif des familles au 07/03/2019 » de l'Andra indiquait déjà une « Production terminée » pour un « « Stock à fin 2017 » de « 1 614 m³ » avec une « Activité totale déclarée à fin 2016 (en Bq) » de « 5,00.10¹⁵ » [Andra 2019 - F9-3-03 (Archive GSIEN)].

Déchets non pris en compte dans les bilans GSIEN

Les déchets de l'INB 47 en démantèlement du site de La Hague, l'atelier pilote pour la fabrication de sources radioactives (⁹⁰Sr et ¹³⁷Cs) "ELANIIB", qui ne participait pas au process de traitement des combustibles.

Les déchets du traitement des combustibles de la filière Uranium naturel graphite gaz (UNGG)

Le rapport d'Orano Recyclage indique une production cumulée (et terminée) de « 751 CSD-U », les conteneurs standard de déchets vitrifiés issus du retraitement des combustibles des vieilles tranches UNGG [Orano Recyclage, 2024].

Les « Déchets de structure des combustibles UNGG », n'ont pas été conditionnés en conteneurs standard et « sont actuellement entreposés dans les silos 115 et 130 » de La Hague, « à fin 2023 », les colis étant « en cours de conception » [Andra - F9-3-01], plus de trente années après la production des déchets...

A noter que ces déchets étaient initialement classés FA-VL mais seraient désormais classés en FMA-VC !

Autre déchets FA-VL de la filière UNGG, la famille F9-3-02 qui regroupe « des déchets issus des assemblages de

combustible et du traitement des eaux » de piscine de refroidissement [Andra - F9-3-02], mais aussi les « déchets issus des assemblages » et du « traitement de l'eau des piscines de combustibles UNGG », « sous forme de boues » qui ne sont pas encore conditionnés [F3-3-14].

Les colis de déchets MA-VL issus de l'usage des installations de la Hague et renvoyés à l'étranger comme des CSV-B par exemple.

Les déchets TFA

Ils ne sont pas définis selon leur propriétaire et seul le volume global produit est indiqué dans la fiche de l'Andra [Andra - TFA].

Les déchets qui seront générés par le démantèlement complet de toutes les installations nécessaires au traitement des combustibles.

A titre d'exemple, en 2020, un rapport du Sénat chiffrait les déchets nucléaires à venir de l'usine UP2-400 : « Le démantèlement devrait produire plus de 16 000 tonnes de déchets TFA, près de 16 000 m³ de déchets FMA-VC et 570 m³ de déchets MA-VL » [Sénat n° 371, 4/03/20].

Au prorata des combustibles traités dans UP2-400 (environ 1/3 UNGG), les deux tiers de ces déchets pourraient être inclus dans un bilan.

Les déchets radioactifs rejetés dans l'environnement, majoritairement en mer.

Le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GNRC), sous la Vice-présidence de Monique Sené, a dressé en son temps l'inventaire des rejets radioactifs des installations de La Hague.

Le GNRC avait compilé la masse d'uranium, pour le coup non recyclable, rejetée entre 1966 et 1996 via l'émissaire de rejets des usines de La Hague : plus de 18 tonnes... [GNRC - GT1, Juillet 1999].

Conclusion

Ces bilans déchets établis à fin 2023, sous-estiment par conséquent le volume et la masse des déchets globaux d'Orano Recyclage produits lors des opérations de traitement du combustible irradié.

Ils permettent toutefois de se faire une idée des ordres de grandeurs des quantités de déchets entre retraitement et stockage direct de combustibles irradiés (Cf. le Récapitulatif dans l'encadré rouge ci-dessous).

Comme Orano Recyclage, pensez-vous que le traitement des combustible ait bien produit un avantage en termes de volumes ultimes à gérer en stockage ?

Récapitulatif de la quantité de déchets radioactifs produits lors du traitement d'environ 71 300 assemblages combustibles irradiés (hors UNGG) dans les installations d'Orano La Hague à fin 2023

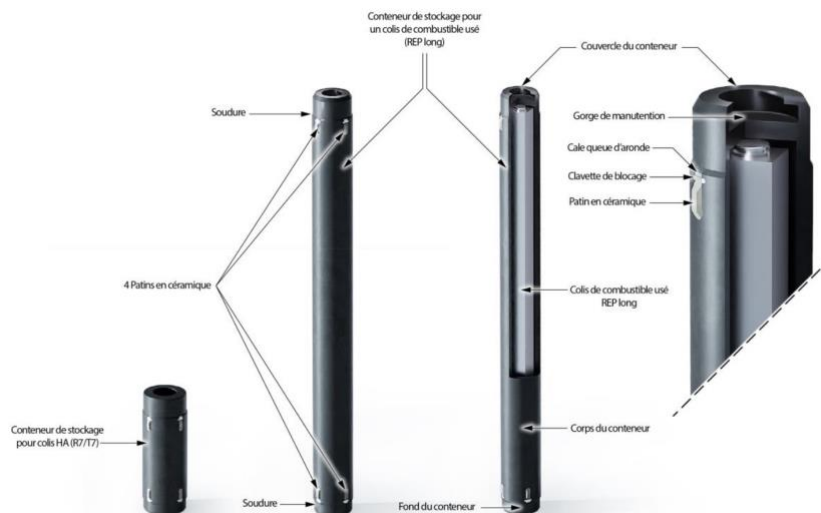
Déchets HA et MA-VL (Cigéo) : 107 000 m³ – 297 000 tonnes

Déchets FA-VL et FMA-VC : 86 000 m³ – 156 000 tonnes

Total à fin 2023 : 193 000 m³ – 453 000 tonnes

Hypothèse d'un stockage direct sans retraitement des 71 300 assemblages
60 000 m³ – 350 000 tonnes

Illustration d'un conteneur de stockage de colis de combustible irradié (long) et comparaison avec celui d'un colis de déchet HA



CG-TE-D-MGE-AMOA-TRG-0000-22-0019-C

Tableau 2 - Caractéristiques des assemblages combustibles UNE - Paliers 900 MWe (court) et 1300/1450 MWe (long)
Hypothèse du conditionnement des combustibles traités à La Hague à fin 2023
en colis primaire et en colis de stockage mono-assemblage

Assemblage combustible nu							Colis primaire			Colis de stockage			
	Section (m)	Longueur (m)*	Volume (m3)	Masse (t)	dont UNE (tML)	Nombre	Volume (m3)	m3/colis	m3/tML	volume (m3)	m3/Colis	m3/tML	Masse (t)
Court	0,214	0,214	4,120	0,189	0,665	0,460	11095	0,227	0,495	8604	0,775	1,686	4,5
Long	0,214	0,214	4,870	0,223	0,775	0,535	21110	0,268	0,500	19184	0,909	1,699	5,2
Moyen						0,4975	1	0,248	0,4974	0,842		1,692	5
Total combustibles (hors UNGG) traités à La Hague à fin 2023 (tML)						35470							
Nombre équivalent d'assemblages combustible (hors UNGG) traités à La Hague						71296							
Volume équivalent en colis primaire de combustibles (hors UNGG) non traités (m3)						17641							
Volume équivalent en colis de stockage de combustibles (hors UNGG) non traités (m3)						60023							
Masse maximale des colis de stockage de combustibles (hors UNGG) non traités (t)						356482							

GS IEN

Légende
 UNE Uranium naturel enrichi
 UNGG Uranium naturel graphite gaz
 * Longueur après irradiation

Références
[Andra, 2013](#)
 Rapport IRSN n° 2018-0007 ([lien Orano](#))
 Rapport IRSN N° 2024-00623

Tableau 3 - Déchets HA et MA-VL produits lors du traitement des combustibles irradiés
(hors UNGG) dans les installations d'Orano La Hague à fin 2023

Déchets de haute activité (HA)		Colis primaire (CP)		Quantités produites et entreposées sur site			Colis de stockage (CS)			Quantités à stocker		
Famille	Type de déchets conditionnés en CSD-V	Volume (m3)	Masse (t)	Nombre	Volume (m3)	Masse (t)	Modèle	Volume (m3)	Nb CP/CS	t à vide	Volume (m3)	Masse (t)
F1-3-01	Colis de déchets vitrifiés	0,18	0,49	25298	4554	12396	CS 14	0,408	1	1,9	10322	6046
F1-3-03	Colis de déchets technologiques (atelier R7)	0,18	0,23	306	55	70	CS 14	0,408	1	1,9	125	65
				Total HA	4609	12466				Total réaliste	10446	61113
Déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)		Colis primaire (CP)		Quantités produites et entreposées sur site			Colis de stockage (CS)			Quantités à stocker		
Famille	Type de déchet et conditionnement	Volume (m3)	Masse (t)	Nombre	Volume (m3)	Masse (t)	Modèle	Volume (m3)	Nb CP/CS	t chargé	Volume (m3)	Masse (t)
F2-3-01	Colis de coques et embouts cimentés en fûts métalliques	1,5	3,541	1517	2277	5375	CS 3	5,3	1	12,8	8095	1939
F2-3-02	Colis de déchets compactés en CSD-C	0,18	0,7	20590	3706	14413	CS 2.2	5,3	4	12,9	27468	6660
F2-3-04	Fûts d'enrobés bitumineux (effluents traités dans STE3)	0,222	0,236	541	120	128	CS 4.2	8,0	2	14,7	2158	396
F2-3-05	Fûts d'enrobés bitumineux (effluents traités dans STE2)	0,222	0,25	257	57	64	CS 4.2	8,0	2	14,7	1025	188
F2-3-07	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés (CAC) avant 1994	1,18	2,14	181	214	388	CS 2.1	5,3	1	12,4	968	224
F2-3-08	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés (CBF-C) depuis 1994	1,18	2,324	3276	3866	7614	CS 2.1	5,3	1	12,4	17483	4060
F2-3-11	Colis de déchets vitrifiés en CSD-B* (effluents de rinçage)	0,18	0,462	161	29	74	CS 13	0,4	1	2,4	66	38
F2-3-12	Colis de boues de la STE2 séchées et compactées	0,268	0,554	12116	3247	6712	CS 5.4	6,4	2	16,4	39059	9923
F2-3-13	Colis de fines et résines du silo HAO	1,5	2,4	125	188	301	CS 3	5,3	1	12,8	669	160
* Sans les colis de la part étrangère				Total MA-VL	13704	35069				Total réaliste	96990	235910
Totaux		Colis primaire HA + MA-VL		18313		47536	Colis de stockage HA + MA-VL			107436		297023
GS IEN						Volume à stocker si CSD-C et CBF-C admis en stockage direct					74551	

Tableau 4 - Déchets FA-VL et FMA-VC produits lors du traitement des combustibles irradiés
(hors UNGG) dans les installations d'Orano La Hague à fin 2023

Déchets de faible activité à vie longue (FA-VL)			Colis primaire		Quantités produites et entreposées sur site		
Famille	Type de déchet et conditionnement		Volume (m3)	Masse (t)	Nombre	Volume (m3)	Masse (t)
F9-3-03	Déchets technologiques en CBF-C2 étudiés pour stockage FAVL		1,18	2,324	3512	4144	8162
F9-3-04	Déchets technologiques cimentés en CAC		1,18	2	143	169	286
F9-3-05	Fûts d'enrobés bitumineux (STE3)		0,222	0,2	62902	13964	12580
F9-3-06	Fûts d'enrobés bitumineux (STE2)		0,222	0,2	463	103	93
					Total FA-VL	18380	21121
Déchets de faible activité à vie courte (FMA-VC)			Colis de stockage		Quantités (CSA ou entreposée sur site)		
Famille	Type de déchet et conditionnement		Volume (m3)	Masse (t)	Nombre	Volume (m3)	Masse (t)
F3-3-01	Colis de résines en conteneurs béton-fibres CBF-C2		1,18	3	2145	2531	6435
F3-3-02	Colis de cendres cimentées en fûts métalliques		0,225	0,35	3253	732	1139
F3-3-04	Colis de déchets solides d'exploitation en fûts métalliques		0,225	0,4	35187	7917	14075
F3-3-07	Colis de déchets solides d'exploitation en CAC puis reconditionnés		8,5	20	208	1764	4151
F3-3-10	Colis de déchets solides en conteneurs béton-fibres CBF-C1		0,66	1,3	23847	15739	31001
F3-3-11	Colis de déchets solides en conteneurs béton-fibres CBF-C2		1,18	2,5	8408	9922	21021
F3-3-12	Colis de déchets solides en conteneurs béton-fibres CBF-K		4,9	9,3	5176	25364	48140
F3-3-13	Colis de déchets solides en caissons métalliques		4,06	10	865	3512	8650
					Total FMA-VC	67481	134611
					Totaux déchets FA-VL et FMA-VC	85861	155732

GS IEN

Des déchets de graphite à vie longue envoyés dans des centres de stockage de déchets à vie courte

Dans un document interne de la direction d'EDF (juin 2000), la lecture du chapitre « *Déchets de graphite* » est révélatrice de pratiques douteuses :

« Le graphite, « modérateur » des réacteurs UNGG, se trouve en grande partie à l'intérieur des caissons des réacteurs : environ 14 700 tonnes pour les empilements et l'aire support des six réacteurs de Chinon, Saint Laurent et Bugey auxquelles s'ajoutent 3 700 tonnes pour les réacteurs à la charge du CEA, G1, G2 et G3 à Marcoule et EL3 à Saclay. L'autre partie du graphite est celle attachée à l'assemblage combustible (chemise entourant l'assemblage et âme de graphite dans le barreau d'uranium) qui représentent environ 3 800 tonnes entreposées en différents lieux (silos à chemises de Saint Laurent, fosses et silos des usines de retraitement de Marcoule et de La Hague).

A noter que ces chiffres n'incluent pas les chemises graphite provenant de Bugey qui ont été stockées au Centre de Stockage de la Manche (environ 1 700 tonnes) jusqu'à sa fermeture et dont le « dernier lot » (280 tonnes conditionnées en conteneurs sur site) sont en instance d'évacuation de Bugey au Centre de l'Aube. C'est la capacité radiologique en chlore 36 (l'un des trois radionucléides à vie longue, avec le carbone 14 et le nickel 63, présents en quantité significative dans le graphite) fixé pour le centre de l'Aube à 0,4 TBq, qui constitue la limite empêchant de poursuivre la réception de graphite dans ce centre.

Sur les 18 500 tonnes de « graphite EDF », l'inventaire radiologique enveloppe est de 40 TBq pour le chlore 36 » [Démantèlement des centrales nucléaires de première génération : pour une stratégie plus offensive - EDF, juin 2000 ([Archive GSIEN](#))].

Ce graphite UNGG est classé dans la catégorie des déchets de Faible activité à vie longue (FA-VL) compte-tenu de la présence de produits d'activation comme notamment le carbone 14 (Période 5 700 ans) et le chlore 36 (Période 302 000 ans).

Pourtant des chemises graphite FA-VL ont été stockées dans les Centres de stockage de la Manche (CSM) et de l'Aube (CSA) prévus, *normalement*, pour les déchets dits de Faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC).

La classification des chemises graphite est pourtant évidente selon un document d'Orano publié pour le « *Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2022-2026* » :

Les « *Déchets UNGG "candidats historiques" au stockage FA-VL en subsurface* » actuellement entreposés dans les « silos 115 et 130 » et dans la piscine « SOD (Stockage organisé de déchets) », « *proviennent du dégainage [retrait des chemises] des combustibles des centrales graphite gaz EDF de Chinon, Saint-Laurent et Bugey* » ([Orano, 29/03/23](#)).

Classification évidente pour l'Andra également, le graphite UNGG tant pour les empilements des réacteurs ou pour les chemises entourant les combustibles se trouve dans la catégorie FA-VL. A une exception près comme le souligne

la fiche de l'Andra sur les chemises graphite issues des réacteurs UNGG de Saint-Laurent :

« **Par ailleurs, les chemises en graphite de Bugey 1 et celles de l'atelier des matériaux irradiants (AMI) de Chinon (auparavant rattachées à cette famille) ont été stockées au centre FMA de l'Aube** (voir famille F3-2-01) » ([Andra - F5-2-01](#)).

Comment est-ce légalement possible ? En fait c'est facile...

Dessine-moi une réglementation

A l'origine, le CSA n'avait pas d'autorisation de stockage pour le chlore 36. On ne trouve aucune mention d'une *Limite maximale d'activité* par colis de déchets pour ce radioélément dans la *Spécification technique (STP 1.1.1.A - 1992)* de l'Andra, pas plus que dans le document similaire (1985) relatif au Centre de stockage de la Manche (CSM).

En 1999, afin de trouver un exutoire aux chemises graphite de Bugey, la DSIN (future ASN) a autorisé une capacité de stockage de 400 GBq de Chlore 36 pour le CSA. C'est une autorisation taillée sur mesure pour les chemises de Bugey qui totalisent une activité enveloppe de 300 GBq.

Explication avec un courrier de l'Andra en réponses aux questionnements de l'association *Rhône-Alpes sans Nucléaire* sur les chemises graphite issues de l'exploitation du réacteur UNGG de Bugey 1 :

« Il est utile de rappeler les conditions dans lesquelles les cases graphite ont été prises en charge par l'Andra au CSA. EDF a demandé à l'Andra en 1993 d'examiner la faisabilité du stockage de cases de graphite au CSA. Compte-tenu de la présence de chlore 36, radioélément à vie longue dans les déchets de graphite, et après vérification de la sûreté du stockage de ces derniers, l'Andra a adressé une demande d'autorisation à la DSIN en mars 1996.

L'Autorité de sûreté nucléaire (DSIN puis ASN à partir de 2006) a répondu en novembre 1996 que cette demande serait étudiée dans le cadre de l'instruction de la révision du rapport de sûreté du centre de stockage : celle-ci a été effectuée en 1997. La capacité en chlore 36 a par la suite fait l'objet de discussions entre l'Andra et la DSIN d'octobre 1998 à avril 1999. Ces discussions ont débouché le 7 avril 1999 sur une autorisation donnée par l'ASN pour le stockage des cases de graphite de Bugey ainsi que des déchets technologiques d'EDF ou de petits producteurs contenant de très faibles quantités de chlore 36. La capacité autorisée au CSA en chlore 36 a été fixée à 0,4 TBq et reprise dans les prescriptions techniques publiées par l'ASN. Cette décision a été motivée par l'impact acceptable induit par le stockage de ce radioélément en de telles quantités

Cette prise en charge par l'Andra a permis de régler des problèmes de sûreté liés à l'entreposage de ces déchets, en particulier à Bugey. Il était cependant clair que cette option de gestion ne serait pas généralisée à la totalité de l'inventaire des déchets de graphite. A cet égard, la capacité du stockage CSA en Cl 36 est limitée à 0,4 TBq, valeur très en dessous de l'inventaire prévisionnel en Cl 36

d'un futur stockage FAVL » [Déchets provenant de la centrale de Bugey 1 - Andra, 18/12/09 ([Archive GSIEN](#))].

C'est en septembre 1999 que l'Andra transcrit l'autorisation pour le chlore 36 dans de « nouvelles valeur de Limites maximales d'activité (LMA) par colis pour acceptation au centre de L'Aube » [Modifications de la spécification ANDRA n° STP 1.1.1.A, 28/09/99 ([Archive GSIEN](#))].

D'autres graphites FA-VL pourraient-ils être envoyés au CSA ? Voyons cela avec l'ASN.

« Stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano »

« L'ASN constate qu'Orano souhaite valoriser les filières de gestion existantes, en particulier le centre de stockage de l'Aube (CSA), pour le stockage de la majeure partie du graphite entreposé dans ces silos. L'inventaire en chlore-36 des déchets stockés au CSA, au 31 décembre 2018, s'élève à 362 GBq, soit 90,6 % de la quantité autorisée.

Le centre de stockage de l'Aube (CSA) a été autorisé et mis en exploitation pour recevoir des « déchets radioactifs solides de période courte ou moyenne et d'activité massique faible ou moyenne », les radionucléides à vie

longue n'étant présents qu'au titre de substances « associées », en quantités négligeables, après vérification de leur compatibilité avec la démonstration de sûreté de l'installation, dans les scénarios d'évolution normale comme altérée.

Les déchets de graphite sont de nature FA-VL (comportant uniquement ou très largement un inventaire de radionucléides à vie longue importants).

Dans son avis du 6 août 2020, l'ASN considère d'une manière générale que les déchets FA-VL doivent être stockés dans des installations dûment autorisées à cette fin.

Ainsi, l'ASN estime, dans son avis du 6 août 2020, que, si, à l'avenir, il était envisagé d'utiliser le CSA pour stocker des déchets de type FA-VL, une procédure préalable de modification du décret d'autorisation du CSA serait nécessaire et la capacité du CSA à stocker les déchets pour lesquels il est actuellement prévu ne devrait par ailleurs pas être obérée » [[ASN, 14/02/22](#)].

Pour l'industrie nucléaire, modifier un décret n'est pas bien compliqué...

Différence entre matière recyclable et matière recyclée

Rappel avec l'ACRO de la matière réellement valorisée, du plutonium et de l'uranium issus du traitement des combustibles irradiés.

Recyclage du plutonium

« Le recyclage du plutonium sous forme de combustible MOX se fait dans 22 réacteurs nucléaires (des 900 MWe, les plus anciens). Il est séparé à La Hague dans les usines de traitement des combustibles usés, transporté par camion jusqu'à Marcoule dans le Gard, où l'usine Melox fabrique ce combustible en mélangeant le plutonium à de l'uranium appauvri. En fonctionnement normal, le combustible MOX peut représenter jusqu'à 30 % du chargement du réacteur. Selon le bilan fait par le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) en 2018, le parc nucléaire de production d'électricité français consomme 1 200 tonnes (de métal lourd) de combustible nucléaire par an, dont 120 tonnes de MOX. C'était avant la fermeture de Fessenheim. Le plutonium recyclé (10,8 tonnes par an en moyenne) représente moins de 1 % de la masse des combustibles usés, mais son recyclage peut permettre d'économiser jusqu'à 10 % d'uranium naturel » [[ACRO, Juin 2024](#)].

Un tout petit pourcent de la masse des combustibles irradiés est donc réellement recyclé.

Recyclage de l'uranium de retraitement

« A peine 2 % de l'uranium extrait des combustibles lors des opérations de retraitement (URT) ont été recyclés à ce jour [fin 2022]... Et c'était avant 2013, à la centrale de Cruas dans la Drôme. Depuis, plus rien. Il faut dire que cet uranium de retraitement doit être envoyé en

Russie pour y être réenrichi où les normes environnementales et de radioprotection sont moins contraignantes. Ainsi, les effluents produits lors de la purification de l'uranium étaient directement injectés dans le sol... Cela fait mauvais genre pour une énergie prétendue propre ! Les contrats ont donc été suspendus en 2013.

Pour sauver le mythe du recyclage, EDF a signé un nouveau contrat de 600 millions d'euros avec la Russie en 2018. Et, promis, cette fois-ci les effluents issus de la purification de l'uranium français seront vitrifiés. Le premier chargement dans un réacteur d'uranium de retraitement réenrichi (URE) est prévu pour 2023. L'invasion de l'Ukraine n'a en rien altéré les plans de la compagnie et une cargaison est arrivée discrètement à Dunkerque le 28 novembre 2022. Greenpeace a permis sa médiatisation » [[ACRO, 6/12/22](#)].

A peine 2 % de l'uranium de retraitement ont été effectivement recyclés par le passé...

L'utilisation d'uranium de retraitement réenrichi en Russie a depuis repris à Cruas comme l'indique La Tribune :

« L'information est presque passée inaperçue, mais le 5 février dernier, le réacteur numéro 2 de la centrale nucléaire de Cruas, située en Ardèche, a redémarré avec un combustible pour le moins inhabituel. Et pour cause, fin 2023, le réacteur a été partiellement chargé d'uranium de retraitement enrichi en Russie dans l'usine de Tenex, une filiale de l'entreprise publique Rosatom. Une première depuis 2013. Le réacteur fonctionne donc actuellement avec quelque 40 assemblages combustibles de la sorte, en complément d'assemblages combustibles classiques,

élaborés, eux, à partir d'uranium naturel enrichi » [[La Tribune, 15/02/24](#)].

Pour rappel, on trouve 157 assemblages combustibles dans le cœur d'un REP de 900 MWe, soit 628 assemblages pour la centrale de Cruas (4 tranches), la seule autorisée à fonctionner sous obédience russe.

A fin 2023, l'Andra fait apparaître ces 40 assemblages « Combustibles URE » chargés à Cruas, soit « 19 t_{ML} », et de « 22 t_{ML} » d'URE dans les stocks de matières radioactives, le stock d'URT non recyclé étant de « 34 600 t » [[Les essentiels – Andra, 2025](#)].

D'après la SFEN, si les quatre réacteurs de Cruas étaient chargés « à 100 % d'URE » en « quatre ans », soit l'équivalent d'un réacteur complet par année, « environ 500 tonnes d'URT par an » devraient être envoyées à Rosatom pour la fabrication annuelle de 157 assemblages URE (environ 72 t de métal lourd). Pour l'heure, de l'ordre de 176 t d'URT ont été nécessaires pour fabriquer les 40 assemblages URE chargés à Cruas en 2024 et le stock d'URT « s'accroît d'environ 1 045 tonnes par an » [[SFEN, 12/02/24](#)].

Avec le plutonium intégré au combustible MOX, **moins de 3 % de la masse dite recyclable des combustibles irradiés sont recyclés sous la forme de nouveau combustible utilisable dans les centrales françaises.**

Autre recyclage en Russie

« Orano a signé en 2020 un contrat avec Rosatom (opérateur russe) pour lui fournir 1 150 tonnes d'uranium recyclé destiné à être converti puis ré-enrichi dans son usine de Seversk en Russie. Cette usine, utilisée à la fois pour l'URT d'origine russe ou étrangère a été récemment modernisée (notamment pour la gestion des déchets et effluents issus des opérations de conversion et d'enrichissement d'uranium).



Business is business...

Déchets nucléaires hors "bilan" de l'Andra

Les déchets et résidus miniers

Ils sont le résultat de « l'exploitation industrielle de l'uranium en France [qui] a duré près de 50 ans. Elle a débuté après la 2nde guerre mondiale et a pris fin en 2001. (...)

Au total, 210 sites répartis sur 25 départements ont été concernés par ces activités.

(...)

Au total, 52 millions de tonnes de minerais extraits des mines françaises ont été traités pour **produire 76 000 tonnes d'uranium**. Pour disposer de ces 52 millions de tonnes de minerai exploitable, il a fallu extraire du sol environ **200 millions de tonnes de roches dites « stériles »**, c'est-à-dire présentant des taux d'uranium nuls ou trop faibles pour l'exploitation industrielle.

(...)

Compte tenu de la présence d'uranium et de ses descendants radioactifs, **ces stériles ont une activité massique allant de quelques milliers de Bq/kg jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de Bq/kg** » [[IRSN, 2017](#)].

Les combustibles produits à partir de l'uranium recyclé fourni par Orano seront utilisés dans les réacteurs de Rosatom. L'expédition de l'URT vers la Russie s'est déroulée en plusieurs transports dont le premier a déjà été réalisé début 2021 et le dernier en septembre 2022. Le contrat est désormais soldé » [[Orano - L'uranium de recyclage](#)].

« Dès le déclenchement de la guerre en Ukraine, Orano a renforcé son plan de vigilance afin de s'assurer du **respect des sanctions édictées à l'encontre de la Russie ainsi que des activités demeurant autorisées en lien avec la Russie** » [[Orano - URT et Russie](#)].

Le commerce de matières nucléaires continue pourtant entre la France et la Russie comme vient de le révéler Greenpeace :

« Greenpeace France a observé samedi 15 novembre 2025 à Dunkerque le chargement d'au moins une dizaine de containers d'uranium de retraitement (URT), à bord du cargo Mikhail Dudin à destination de la Russie.

(...)

Cette exportation d'uranium de retraitement est la première que Greenpeace observe depuis plus de trois ans. Elle est un signe inquiétant de l'intensification du commerce entre l'industrie nucléaire française et l'entreprise d'État criminelle Rosatom qui jouit toujours d'une impunité totale malgré son implication dans la guerre en Ukraine [à la centrale de Zaporijjia].

En 2022, suite aux révélations par Greenpeace France de l'envoi d'URT en Russie juste après le début de l'invasion globale de l'Ukraine, le gouvernement français avait ordonné à EDF de stopper ses exportations d'URT » [[Greenpeace, 17/11/25](#)].

Ce sont certes des déchets TFA (< 100 Bq/g), « improprement appelés "stériles" », comme l'explique la CRIIRAD car « une part importante présente une radioactivité élevée. Ces déchets sont amoncelés près des sites d'extraction sur 165 versées réparties sur 114 sites », qui ont été « théoriquement décontaminés par AREVA », devenu Orano, mais qui « présentent une radioactivité 10 à 50 fois supérieure à la normale ! ».

« Les stériles radioactifs contiennent de l'uranium et ses descendants radioactifs qui entraînent une exposition par irradiation externe (en particulier du fait de l'émission de rayonnements gamma très pénétrants) et une exposition interne (inhalation de poussières radioactives et surtout d'un gaz radioactif, le radon [Cf. page 36], qui émane en permanence des stériles et se retrouve dans l'atmosphère. Dans certains cas une contamination interne par ingestion intervient également) » [[CRIIRAD, 3/03/17](#)].

« Le traitement des 52 millions de tonnes de minerais français a conduit à générer des quantités équivalentes de

résidus. La quasi-totalité des résidus produits ont été déposés dans 17 stockages aménagés sur les sites miniers ou à proximité des usines » [IRSN, 2017].

L'Andra nous indique la catégorie de classement des « **Résidus de traitement de minerais d'uranium** [RTMU] **présents sur les anciens sites miniers** : il s'agit de résidus à vie longue ayant un niveau d'activité comparable à celui des TFA (environ 50 millions de tonnes) » [Les essentiels - Andra, 2025].

Mais peut-on classer ces RTMU dans la catégorie TFA ? En fait ça dépend...

Sur son site Internet, l'Andra donne des détails sur les RTMU :

« Les résidus de traitement sont stockés sur 17 sites, tous à proximité des installations de traitement de minerai d'uranium et correspondent à des déchets de type TFA ou FA-VL caractérisés par leur granulométrie et leur activité massique :

- les résidus de traitement de minerais à faible teneur (de l'ordre de 300 à 600 ppm d'uranium) avec une activité massique moyenne totale de 44 Bq/g (dont environ 4 Bq/g de radium 226). Ces résidus, issus de la lixiviation statique (environ 20 millions de tonnes), sont stockés soit en verses, soit en mines à ciel ouvert, soit utilisés comme première couche de couverture des stockages de résidus de traitement de lixiviation dynamique ;
- les résidus de traitement de minerais à forte teneur moyenne (de l'ordre de 1 000 à 10 000 ppm ou 0,1 à 1 % d'uranium) avec une activité massique moyenne totale de 312 Bq/g (dont environ 29 Bq/g de radium 226). Ces résidus, issus de la lixiviation dynamique (environ 30 millions de tonnes), sont stockés soit dans d'anciennes mines à ciel ouvert avec parfois une digue complémentaire, soit dans des bassins fermés par une digue de ceinture ou derrière une digue barrant un thalweg » [La gestion des RTMU - Andra].

Ainsi, les 20 millions de tonnes de résidus issus de la lixiviation statique peuvent bien être classés comme TFA. Les 30 millions de tonnes issus de la lixiviation dynamique devraient faire partie de la classification des déchets FA (> 100 Bq/g). La présence de ²²⁶Ra (Période de 1 600 ans) en fond des déchets à vie longue qui devraient être classés comme FA-VL. Tous ces déchets sont entreposés sur les anciens sites miniers.

Les anciens déchets d'Orano – Malvési

« Les résidus de traitement de conversion de l'uranium (RTCU) de l'usine d'Orano de Malvési sont en partie des déchets historiques. La recherche d'une filière sûre de gestion à long terme sur le site de Malvési est en cours pour les RTCU historiques du fait de leurs spécificités (volumes importants,

etc.). Les déchets RTCU produits après le 1er janvier 2019 ont été intégrés aux filières de gestion TFA et FA-VL en cohérence avec l'article 63 de l'arrêté du 23 février 2017 (décret n° 2017-231) ».

Entre les « Bassins de décantation », les « RTCU historiques » et les « effluents nitrés » des « Bassins d'évaporation » le « Stock à fin 2023 » est de **696 900 m³** [Les essentiels - Andra, 2025].

Le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs [PNGMDR] 2022-2026 évoque des « réflexions visant à faciliter la lecture comparative des stocks de matières et de déchets radioactifs » :

« La définition de règles d'équivalence sera recherchée en vue de permettre une comparaison pertinente des matières et des déchets radioactifs (par exemple autour de leur volume, leur emprise au sein d'un stockage, la masse, l'activité et la radiotoxicité d'un même volume de matières et de déchets, etc.) Des premières propositions seront présentées d'ici fin 2023 par le ministère chargé de l'énergie, élaborées en lien avec l'Andra, l'ASN et les producteurs, à la commission de gouvernance du PNGMDR » [PNGMDR 2022-2026].

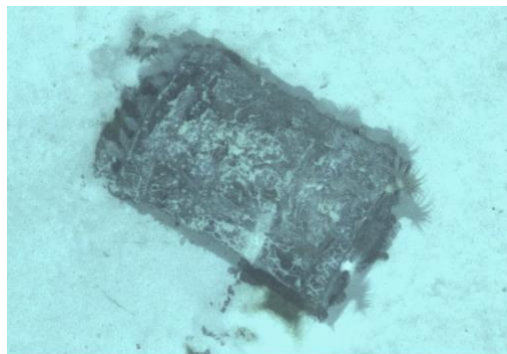
Manifestement, les réflexions visant à faciliter la lecture comparative des stocks de matières et de déchets radioactifs pour en faire une comparaison pertinente n'ont pas abouti comme on peut le constater dans Les essentiels 2025 de l'Andra où les déchets radioactifs sont toujours exprimés en mètre cube sans indications des masses correspondantes.

Les déchets rejetés en mer

« D'abord organisées par les pays producteurs de déchets eux-mêmes, les immersions ont été coordonnées par les instances internationales à partir des années 1960. C'est dans ce cadre que la France a procédé à des immersions de déchets radioactifs dans l'Atlantique, en participant aux campagnes organisées par l'AEN en 1967 et 1969. Lors de ces deux opérations, la France a ainsi immergé **14 200 tonnes de déchets radioactifs** conditionnés, d'activité totale d'environ 350 TBq, provenant tous du site de Marcoule.

(...)

Fût de déchets radioactifs immergé dans l'Atlantique Nord-Est, photographié par le robot UlyX (2025)



[Le Monde, 11/07/25](#)

Ce mode de gestion a toutefois continué à être utilisé par la France, jusqu'en 1982, pour les déchets induits par les activités liées aux essais nucléaires en **Polynésie française : 3 200 tonnes de déchets radioactifs**, d'une activité totale inférieure à 0,1 TBq, ont ainsi été immergées dans les eaux territoriales françaises en Polynésie » [L'immersion des déchets - Andra].

L'immersion des déchets en mer se poursuit discrètement au travers des rejets radioactifs liquides massifs des usines de retraitement de La Hague...

Contribution de la Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité

Ancienne mine d'uranium des Bois Noirs : un risque radon inacceptable

Par Julien SYREN, Janvier 2026



Entre 1955 et 1980, le site des Bois Noirs, à Saint-Priest-La-Prugne (Loire) a produit près de **7 000 tonnes d'uranium**. Cette activité a généré **des millions de tonnes de déchets** radioactifs dont la dangerosité perdurera pendant au minimum des centaines de milliers d'années.

L'un des principaux problèmes est posé par les résidus d'extraction de l'uranium, dont la fraction fine (1,3 million de tonnes) est stockée sous eau, dans un lac artificiel de 18 hectares retenu par une digue en terre de 500 mètres de long et 42 mètres de haut qui barre la vallée. La lame d'eau a pour fonction de limiter le niveau de radiation ambiant et les émanations de radon 222, gaz radioactif

produit par la désintégration du radium 226, seconde cause de cancer du poumon après le tabac. Du radon peut également être émis à d'autres endroits se trouvant sur le site ou à proximité : aux zones de dégazage des eaux des galeries de mines, au niveau des « verses », secteurs où sont entassés d'autres types de déchets, les « stériles », etc.



Stockage de résidus radioactifs des Bois Noirs
© Photo : CRIIRAD et Collectif Bois Noirs, 2018

Jusqu'à présent, Orano, responsable du site, se voulait rassurant, au prétexte que l'impact du site (la Dose Efficace Annuelle Ajoutée, ou DEAA), ne dépassait pas la limite réglementaire pour le public de 1 millisievert par an (1 mSv/an). La position d'Orano et ses prédécesseurs¹ est contestée par la CRIIRAD depuis plusieurs décennies, pour de nombreuses raisons. Tout d'abord, la limite de 1 mSv/an n'est pas censée s'appliquer à chaque site pris séparément, mais doit être comparée à l'impact cumulé de toutes les activités nucléaires et de toutes les installations.

D'autre part, la CRIIRAD a constaté à plusieurs reprises des biais méthodologiques, par exemple le fait que les points utilisés par l'industriel pour évaluer le risque n'étaient pas ceux où l'exposition était la plus élevée.

De plus, les coefficients utilisés par Orano sous-évaluaient le risque lié au radon car ils n'étaient pas basés sur les dernières connaissances scientifiques. Cet argument ne peut plus être utilisé depuis la parution, en 2023, d'un arrêté qui réévalue enfin à la hausse ce risque.

L'essentiel de l'impact du site étant dû à l'inhalation du radon, le fait de multiplier par près de 3 le risque associé augmente mécaniquement la DEAA. Pour cette raison, le

21 novembre 2025, lors de la commission de suivi du site des Bois Noirs, Orano a été contraint de reconnaître que, du fait des nouveaux coefficients radon, l'impact du site a nettement dépassé 1 mSv en 2024 : la DEAA est estimée à 2,0 mSv pour les adultes et 1,8 mSv pour les enfants, alors qu'elle était comprise entre 0,6 et 0,9 mSv entre 2016 et 2023². En réalité, l'impact du site n'a pas brusquement augmenté : il aurait dû être auparavant du même ordre de grandeur qu'en 2024, si les coefficients réglementaires n'avaient pas été scientifiquement obsolètes.

Le dépassement de la limite étant incontestable, Orano tente désormais de minimiser l'impact au prétexte que l'écart entre les mesures sous influence du site et la référence serait surestimé. Son argument est le suivant : les mesures de radon faites à proximité du site sont en fond de vallée, configuration plus propice à l'accumulation de radon que le point de référence qui se trouve sur un coteau.

Certes, une situation en fond de vallée peut favoriser l'accumulation de radon ; mais ce radon accumulé peut provenir à la fois du sol, qui en émet naturellement, et du site minier.

¹ Successeur du CEA (jusqu'en 1976), de la COGEMA (jusqu'en 2001) puis d'AREVA (jusqu'en 2018).

² Excepté en 2022 où la DEAA était de 1,1 mSv.

Entre 2023 et 2025, des campagnes indépendantes de mesure de radon dans l'air extérieur ont été mises en place par le Collectif Bois Noirs (CBN) avec le soutien scientifique de la CRIIRAD qui lui a confié des détecteurs "Radon Eye". Les résultats montrent que l'argument d'Orano ne tient pas : même en prenant comme référence un fond de vallée, les écarts entre la référence et des points sous influence du site sont nettement plus élevés que ceux mesurés par Orano.

Pour son évaluation, Orano se base sur 5 points de mesure : la référence (en coteau), trois points se trouvant sur le site proprement dit (deux au pourtour du bassin, le troisième sur le site de l'ancienne mine à ciel ouvert), et un secteur habité situé le long de la Besbre à 1,3 kilomètre en aval du barrage (le moulin de Saint-Priest).

Entre 2016 et 2024, d'après les mesures d'Orano, les niveaux de radon des quatre points sous influence du site ont été, en moyenne, **1,4 à 3,5 fois supérieurs à ceux de la référence**³.

De son côté, le **CBN** a pu effectuer simultanément des mesures dans un secteur de référence situé en fond de vallée, et dans un secteur sous influence du site accessible au public. La référence se trouve au lieu-dit les Batureaux, près de la rivière Besbre, à 1,5 kilomètre en amont du bassin de stockage des résidus (celui-ci se trouve dans l'ancien lit de la Besbre, qui a été détournée et canalisée le long du site). Le secteur sous influence correspond au pied de la verse du Jot, à 300 mètres en aval du barrage. Sur trois campagnes de mesure de 1 à 3 jours effectuées en octobre 2024, le niveau de radon au pied de la verse a été **13 à 35 fois supérieur à celui de la référence**⁴.

Le CBN a identifié d'autres secteurs accessibles au public qui présentent des niveaux de radon élevés : le sous-bois proche de l'ancien puits de mine dit BN3⁵, le secteur de rejet des eaux de la station de traitement Orano dans la rivière Besbre (à 300 mètres en aval du barrage⁶) et le moulin Thienon⁷, situé entre le barrage (à 600 mètres) et le moulin de Saint-Priest.

Les mesures effectuées avec peu de moyens par le CBN ne sauraient remplacer une véritable expertise :

compte tenu de la forte variabilité temporelle des niveaux de radon, il faudrait pour cela implanter de nombreux capteurs, avec des mesures simultanées et sur plusieurs mois.

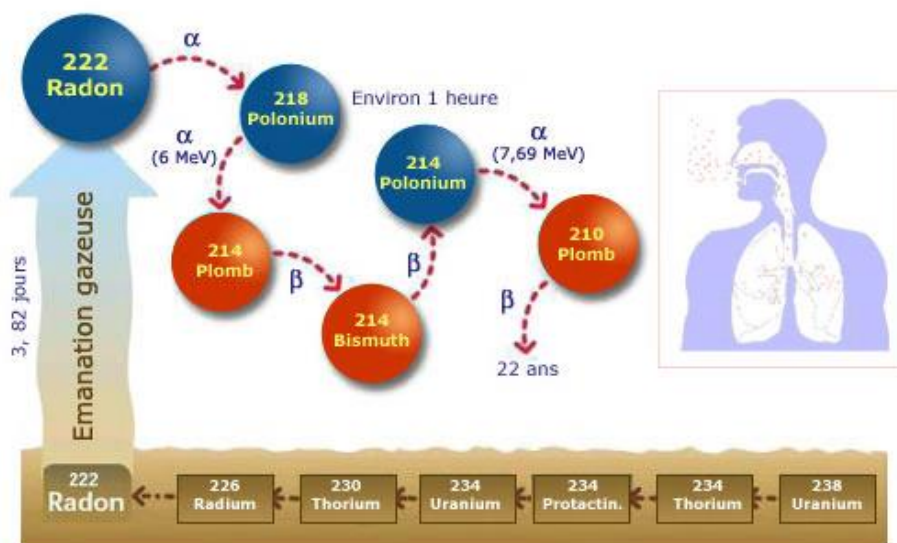
Il n'en reste pas moins que ces campagnes renforcent la pertinence d'une demande formulée à de nombreuses reprises par le CBN et la CRIIRAD : la réalisation d'une cartographie détaillée des niveaux de radon autour du site des Bois Noirs incluant les secteurs de réutilisation de "stériles" dans le domaine public.

Orano prévoit de réaménager le grand bassin, en remplaçant la lame d'eau par une couverte solide. Ce projet modifierait profondément la configuration du site. Afin de disposer d'un pont zéro solide, il est indispensable qu'au préalable soit réalisée cette cartographie.

Cet article est dédié à la mémoire d'Arlette Maussan, présidente du Collectif Bois Noirs, disparue le 6 novembre 2025.

Avec une détermination sans faille, Arlette n'a cessé d'œuvrer à la prise en compte des impacts du site minier des Bois Noirs.

Le radon 222 et ses principaux descendants radioactifs



ecoterra.be

³ Source : Orano, Bois Noirs Limouzat, Surveillance environnementale et fonctionnement des stations, CSS 12 décembre 2024, page 22 (suivi de la qualité radiologique du vecteur air radon 222). Les données sont représentées sous forme de graphe. Les valeurs ont été relevées manuellement, aux intersections du quadrillage du graphe.

⁴ Du 04/10/2024 18h au 06/10/2024 08h : 46 Bq/m³ aux Batureaux et 1 595 Bq/m³ au pied de la verse du Jot ; du 15/10/2024 17h au 17/10/2024 20h : 84 Bq/m³ aux Batureaux et 1 082 Bq/m³ au pied de

la verse du Jot ; du 28/10/2024 16h au 31/10/2024 12h : 104 Bq/m³ aux Batureaux et 1 756 Bq/m³ au pied de la verse du Jot.

⁵ En moyenne, 482 Bq/m³ entre le 04/10/2024 15h25 et le 07/10/2023 13h00.

⁶ En moyenne, 517 Bq/m³ entre le 29/04/2023 15h et le 01/05/2023 15h30 ; 819 Bq/m³ entre le 14/07/2023 11h15 et le 16/07/2023 15h ; plus de 1 273 Bq/m³ entre le 08/09/2023 17h40 et le 1/09/2023 10h40.

⁷ En moyenne, 227 Bq/m³ entre le 16/08/2023 10h10 et le 19/08/2023 19h10.

Contribution de l'Association des Médecins Français pour la Prévention de la Guerre Nucléaire



POURQUOI L'OMS NE RÉPOND PLUS AUX MENACES DE GUERRE NUCLÉAIRE ?

Abraham BEHAR

Le recours à l'OMS (Organisation mondiale de la santé) sur LES EFFETS DES ARMES NUCLEAIRES SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT, comme en 1983, est bloqué.

A l'appel désespéré de 11 pays membres [1], le 19 mai 2025 pour une mise à jour actuelle, la réponse est un silence total.



En avril 1983, L'OMS a publié une extraordinaire mise au point sur les dangers d'une explosion nucléaire : ce rapport sur « LES EFFETS DES ARMES NUCLEAIRES SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT » a fait le tour du monde, et il a représenté pour l'IPPNW, la référence majeure.

Aujourd'hui, pour nous comme pour de nombreux pays membres de l'organisation, il y a urgence à refaire une étude exhaustive sur les dangers actuels, sur les conséquences en santé publique des maladies radio induites, qui affectent des millions d'humains, et sur l'environnement.

A GENÈVE, nos représentants de l'IPPNW, font de nombreux efforts pour avoir une réponse de l'OMS sur ce sujet, sans succès.

LES 11 ÉTATS précisent leur demande sur les effets de la guerre nucléaire sur la santé publique : « Prenant acte de la résolution 79/238 (2024) de l'Assemblée générale des Nations Unies intitulée « Effets d'une guerre nucléaire et recherche scientifique », dans laquelle l'Assemblée générale prie le Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies de constituer **un groupe scientifique indépendant** chargé d'étudier les effets d'une guerre nucléaire et demande aux entités des Nations Unies et aux organismes compétents, y compris l'OMS, d'appuyer les travaux de ce groupe, notamment en mettant à sa disposition leurs compétences spécialisées, des études commandées, des données et des documents,

1. PRIE le Directeur général :

1) de mettre à jour les rapports de l'Organisation Mondiale de la Santé sur les effets de la guerre nucléaire sur la santé et les services de santé (1983 et 1987) et le rapport sur les effets des armes nucléaires sur la santé et l'environnement (1993) et, à cet égard, de rassembler et d'analyser les études connexes existantes ;

2) à cette fin, le cas échéant, de coopérer avec les parties prenantes concernées, conformément au Cadre de collaboration avec les acteurs non

étatiques, selon qu'il convient, et avec d'autres organisations internationales et organes des Nations Unies, conformément à leurs mandats respectifs ;

3) de faire rapport à l'Assemblée de la Santé en 2029 sur les progrès accomplis dans l'application de la présente résolution » [OMS 79/238, 27/05/25].

POURQUOI CE SILENCE DE L'OMS ?

Une des hypothèses repose sur les pressions des donateurs pronucléaires pour bloquer toute étude dans ce sens. La nouvelle doctrine de « la santé globale » exige un financement considérable, surtout après le retrait des USA (soit 20% du budget), de ce fait, le directeur général ne peut pas prendre des risques dans ce domaine.

QUE FAIRE DEVANT LA TERRIBLE SURDITÉ DE L'OMS ? D'ABORD BALAYER DEVANT NOTRE PROPRE PORTE !

Il y a une possibilité, constituer un groupe de chercheurs compétents en lien avec l'IPPNW, pour proposer une étude intégrant les questions sur les effets de la guerre nucléaire en santé publique et les données expérimentales nouvelles, en particulier sur l'extension des maladies radio induites, et le rôle particulier de l'environnement.

On pourrait alors proposer cette étude dans : Le *Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé* qui est une revue de santé publique en **accès libre** qui se concentre sur les pays à revenu faible ou intermédiaire.

Avant toute critique de l'OMS, commençons d'abord à jeter un regard sans concession sur notre action de prévention aujourd'hui de la guerre nucléaire, et d'abord sur la survie des humains.

[1] Projet de résolution proposé par le Burkina Faso, l'Équateur, les Fidji, le Guatemala, l'Iraq, les Îles Marshall, le Kazakhstan, la Micronésie (États fédérés de), la Nouvelle-Zélande, le Pérou, les Samoa et Vanuatu.

Contribution de l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'ouest

Blocage des convois de combustibles nucléaires suite au déraillement d'un train dans la Manche

Communiqué de presse de l'ACRO du 19 janvier 2026

L'accident d'un train de marchandises survenu dans la région de Carentan (50) le dimanche 11 janvier 2026 bloque tout le trafic ferroviaire entre Caen et Cherbourg pour quelques semaines à quelques mois, selon la SNCF. Les centrales nucléaires françaises ne peuvent plus envoyer leurs combustibles usés dans les piscines d'entreposage centralisées à La Hague.

Il y a en effet des transports réguliers de ces combustibles usés par train, environ 200 convois par an c'est-à-dire en moyenne 4 transports ferroviaires par semaine, pour rejoindre les usines Orano de La Hague. Si le blocage perdure, il y a un risque de saturation des piscines d'entreposage des combustibles nucléaires sur les sites des centrales nucléaires, entraînant l'arrêt de la production électrique.

Rappelons que les entreposages à La Hague sont aussi au bord de la saturation, faisant planer un risque inacceptable sur l'alimentation électrique du pays. Ces dernières années, Orano a dû retraiter plus de combustibles que nécessaire pour éviter cette saturation, accumulant du plutonium séparé sans débouché, comme le montre les données rassemblées dans une note de l'ACRO.

En conséquence, l'ACRO demande que toute la transparence soit faite sur le risque de saturation des piscines et donc de l'approvisionnement en électricité,



en fonction de différents scénarios sur le rétablissement du trafic ferroviaire.

Selon la SNCF, cet accident de déraillement n'a pas concerné de matières dangereuses. Malgré cela, le chantier de dégagement des voies va prendre des semaines. Quelles auraient été les conséquences d'un tel accident si les plateaux SNCF avaient transporté des colis de combustibles usés hautement radioactifs ? Quelle serait la gestion des risques inhérents dans un tel contexte de difficultés de reprise des colis (certains pouvant atteindre près de 150 tonnes) et des risques d'exposition ?

Le train de marchandises n° 420 860 (11/01/26)



20 minutes

Coup de frein brutal sur le projet d'implantation d'EPR 2 à la centrale du Bugey

Le Progrès, 10 décembre 2025

Les juges du tribunal de Lyon ont annulé purement et simplement les deux documents d'urbanisme, Schéma de cohérence territoriale et Plan local d'urbanisme, planifiant l'implantation d'une paire de réacteurs de nouvelle génération sur le site du Bugey.

C'est un coup de tonnerre dans le ciel bleu du projet d'implantation de deux nouveaux réacteurs EPR 2 sur le site du Bugey dans l'Ain. Afin de permettre la construction de ces réacteurs, un site de 150 hectares, en bordure du Rhône, avait été ouvert à l'urbanisation par les élus. Tout d'abord par une modification du Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) Bugey-Côtière-Plaine de l'Ain, approuvée en février 2023, puis par une révision du PLU (Plan local d'urbanisme) de la commune de Loyettes, en septembre 2024.

(...)

L'association Sortir du nucléaire ainsi que des habitants avaient attaqué ces deux modifications en pointant essentiellement des concertations et informations insuffisantes entre autres car elles avaient été prises avant la fin du débat public national organisé entre octobre 2022

et février 2023. Quatre mois de concertation, de réunions et de débats publics, à l'issue desquels EDF a confirmé, fin septembre, sa volonté d'engager ce gigantesque chantier. (...)

Jean-Pierre Collet, militant Sortir du nucléaire (SDN) Bugey

« Nous sommes engagés dans cette procédure depuis longtemps et c'était important d'aller au bout. On sait que ça n'empêchera pas la construction des EPR, mais c'est un bon signal envoyé pour la démocratie et on est ravi. Quand on est dans des démarches pareilles, c'est difficile, on est face à des élus qui sont quasi tous pronucléaires. Cette décision du tribunal administratif est une bonne surprise. » [[Le Progrès, 10/12/25](#)].

EPR de Flamanville 3

100 % de puissance nucléaire mais puissance électrique réduite

GSIN, Janvier 2026

« **Nouveau rebondissement dans le calendrier de la mise en route de l'EPR de Flamanville** » indiquait France Infos en octobre dernier : « *dans un rapport publié le 30 septembre, le régulateur français de l'énergie fait état de données inquiétantes. La puissance finale du réacteur serait inférieure de 35 mégawatts (MW) à celle prévue.* » (...)

Selon ce document de la Commission de régulation de l'énergie (CRE), repris par La Tribune, EDF a déclaré une puissance électrique finale de 1585 MW pour la période 2026-2031, contre les 1620 MW [net] annoncés dans le cadre du règlement européen [REMIT](#) sur la transparence des marchés de l'énergie.

La baisse de puissance repose, selon la CRE, sur "l'hypothèse d'un rendement final de l'EPR inférieur à celui anticipé initialement".

Problème : les raisons de ce rendement détérioré ne sont pas précisées à ce jour » [[France Infos, 9/10/25](#)].

EDF avait donc communiqué une puissance nette de 1620 MWe au niveau de l'Union européenne.

Mais qu'elle est la puissance officielle du réacteur ? En fait, il y en a plusieurs...

Le Rapport de sûreté indique une « Puissance électrique nette » de « ≈ 1675 MWe » pour une « Puissance thermique (cœur) » de « 4500 MWth » [[EDF - RS Flamanville 3, 2023](#)].

Le « **Dossier de demande d'exploiter** » déposé par EDF en 2021 décrit « une installation de production d'énergie électrique dont la puissance unitaire de dimensionnement des équipements est d'environ **1675 MW électriques (consommation des auxiliaires et pertes transformateur déduites)** » : c'est la **puissance électrique nette**. Le rendement attendu est de « 37 % », et plus précisément 37,2 % (1675/4500).

La demande d'exploiter précise toutefois que « **La puissance thermique de fonctionnement envisagée par EDF dans le cadre de la mise en service est de 4300 MWth (pour une puissance électrique de 1600 MWe)** ». Cette valeur représente bien une puissance nette avec le même espoir de rendement de 37,2 % (1600/4300) [[EDF, 30/03/21](#)].

Communiqué de presse d'EDF : « **Le 14 décembre 2025 marque le franchissement d'une étape majeure : le réacteur de Flamanville 3 a atteint 100 % de puissance nucléaire à 11h37 et a produit 1669 MW de puissance électrique brute** » [[EDF, 14/12/25](#)].

Pour mémoire, les tranches du palier N4 (Chooz et Civaux), connectées au réseau au siècle dernier, ont une puissance électrique brute de 1560 MWe

pour 4270 MWth comme mentionné par l'AIEA [[PRIS, Civaux 1](#)].

Puissances électriques brute et nette

« La puissance électrique brute correspond à la puissance maximale délivrée en sortie de turbine, laquelle entraîne un alternateur chargé de convertir l'énergie mécanique en électricité. Un réacteur nucléaire consomme une partie de l'électricité qu'il produit pour ses propres besoins de fonctionnement (pompes, systèmes de ventilation, circuits de sûreté...). La puissance électrique nette désigne la puissance injectée sur le réseau électrique national. Elle est égale à la puissance brute déduction faite de sa consommation interne » [[EDF, 14/12/25](#)].

Quand EDF clairotte avoir atteint les **100 % de puissance nucléaire** (soit 4300 MWth) avec **1669 MWe brut**, qu'elle est la puissance nette enregistrée par RTE pour l'EPR de Flamanville 3 ?

Seulement « **1563 MWe** » produit en milieu de journée.

« La courbe ci-dessous présente l'énergie horaire générée par le groupe de production. Les données de réalisation sont construites en H+1 à partir de télémesures sur le réseau de RTE. Elles concernent la **production nette injectée sur le réseau** ».

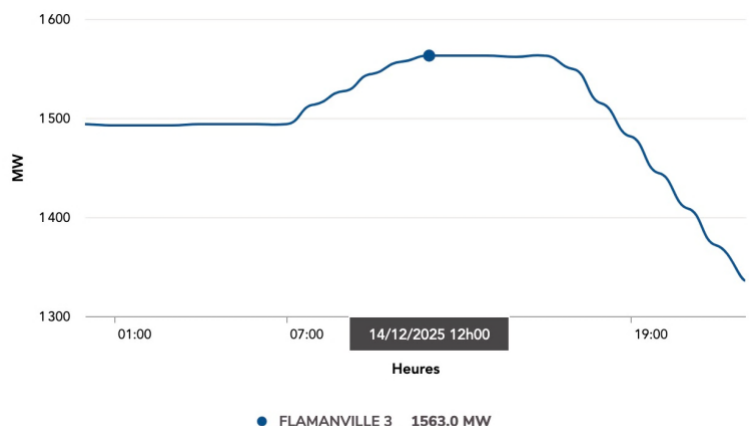
Le rendement de la machine serait donc de 36,3 %.

Après quelques heures à 100 % de puissance, le réacteur ne dépassera pas 1250 MWe jusqu'au 23 décembre et atteindra « **1567 MWe** » vers la fin du mois.

Un pic à une puissance nette de « **1573 MWe** » sera atteint le 4 janvier 2026.

Le lendemain, la puissance nette de la tranche n° 1 de Civaux affichée par RTE a atteint « **1524 MWe** », soit une cinquantaine de mégawatt de moins que le gros EPR [[Services RTE](#)].

Historique de la puissance nette de Flamanville 3
Journée du 14 décembre 2025



[Services RTE](#)

Site nucléaire de Flamanville : un incident qui ne manque pas de sel

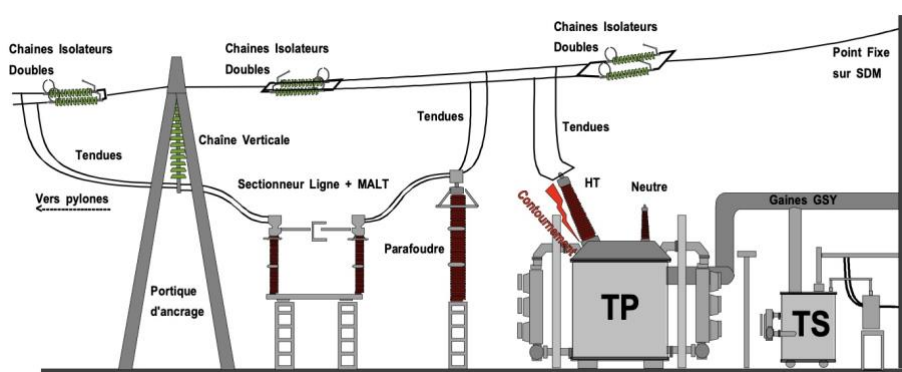
GSIEN, Janvier 2026

A l'approche de la tempête Goretti, le réacteur EPR de Flamanville a été ramené à « 55 % de puissance jeudi 8 janvier conformément aux procédures face aux prévisions météorologiques annoncées » indique EDF dans un communiqué à mi-janvier.

Pendant la tempête, l'ensemble du site sera impacté par des « défauts électriques » causés par « une forte présence de sel marin arrivé via les embruns sur les traversées (isolateurs) » de certains transformateurs du

site. Dissous dans de l'eau, le sel devient conducteur de courant, la conductivité augmentant avec le teneur en sel. L'accumulation de sel sur les isolateurs et l'humidité ont provoqué des défauts d'isolement voire un *amorçage* (ou court-circuit) au niveau d'isolateurs du transformateur principal (TP). Le court-circuit se traduit par un *contournement* du courant au niveau du pôle Haute tension (HT) comme on peut le voir dans la schéma ci-dessous (le contournement du courant au niveau de l'isolateur est matérialisé par un éclair rouge).

Schéma de principe de raccordement électrique au réseau RTE Contournement sur le transformateur de puissance (TP)

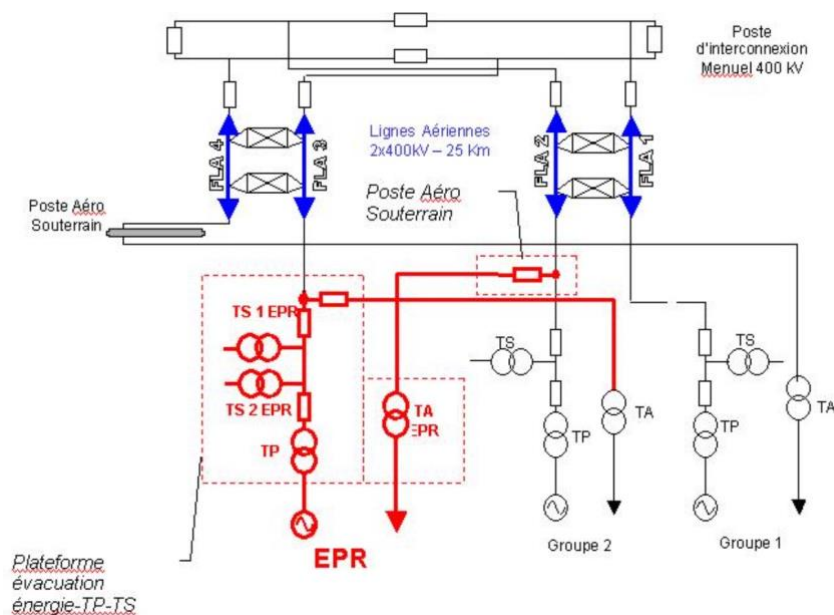


EDF - Note d'instruction du programme transformateur de puissance, 11/02/2015
([Archive GSIEN](#))

Le problème électrique a provoqué « la perte de la ligne 400 kV » des tranches n° 1 et 2 (FLA1 et 2) du site (Cf. schéma ci-dessous).

A priori, la ligne 400 kV de la tranche n° 3 (EPR) n'a pas été perdue mais EDF mentionne que « des défauts électriques ont amené à la mise à l'arrêt de la turbine et de l'alternateur ». Le 9 janvier, « la turbine a déclenché à 00h45 » et la mise à l'arrêt complet de la tranche a été engagée. « Des opérations de maintenance et de contrôle, notamment sur l'alternateur, sont en cours avant les opérations de redémarrage. Le redémarrage de Flamanville 3 est programmé au 1^{er} février 2026 ».

Schéma de principe du raccordement électrique de l'EPR sur le site de Flamanville



EDF - RS Flamanville 3 - Chapitre 8.1, 2014 ([Archive GSIEN](#))

Sur la tranche n° 1, dont la puissance avait été réduite à « 50 % » la veille de l'arrivée de la tempête, EDF fait état du « remplacement de deux traversées » du transformateur (qui en compte trois, une par phase) ce qui semblerait indiquer un amorçage le long des isolateurs. Le redémarrage de la tranche est prévu le 1^{er} février.

La tranche n° 2 était « en arrêt programmé, la perte de la ligne 400 kV survenue à 00h23 le 9 janvier, a conduit au démarrage d'un diesel de secours, le transformateur auxiliaire étant alors consigné pour maintenance. Le diesel a alimenté l'installation jusqu'à 17h, heure de remise en service du transformateur auxiliaire

Dimanche 11 janvier, vers midi, l'alimentation via le transformateur auxiliaire a été interrompue. Le diagnostic a révélé une conduction extérieure due à la présence de sel marin » ([EDF, 16/01/26](#)).

Dérive des coûts de construction et de financement du programme EPR 2 : belotte et rebelote, mais pas encore dix de der en matière de rallonge budgétaire ...

Par Marc Denis (GSIEN)

Depuis son annonce il y a cinq ans, les estimations successives de coût de construction de 6 réacteurs EPR 2 sont synonymes de révisions à la hausse, révélant une dérive budgétaire déjà galopante.

Bref historique :

- Juillet 2020, évaluation du programme par la Cour des comptes à 46 milliards d'euros ;
- Septembre 2020, réévaluation par la direction du Trésor à 47,1 milliards d'euros ;
- 2022, lors du débat public organisé par la Commission nationale du débat public (CNDP), annonce d'un coût prévisionnel de 51,7 milliards d'euros ;
- Février 2024, nouvelle révision de la facture à 67,4 milliards d'euros.
- **Aujourd'hui, EDF révisé désormais le devis des six EPR 2 à près de 73 milliards en euros 2020, soit environ 85 milliards en euros 2025 !**

Face à cette saga « surcoût du devis EPR 2 », certes un audit est prévu, mais le choix du cabinet de Roland Berger, comme pour la mission sur l'optimisation des soutiens publics aux énergies renouvelables électriques (sujet évoqué dans l'édito) interroge quant à sa neutralité et à ses compétences. En 2019, ce cabinet avait évalué le coût du programme de 6 EPR 2 à 45 milliards d'euros, soit 40 % de moins que le chiffre aujourd'hui communiqué.

En mars 2025, l'association « *Énergies renouvelables pour tous* » a effectué et publié le calcul du coût du financement du programme nucléaire voulu par Emmanuel Macron, et notamment du coût du prêt à taux zéro que l'État s'apprête à

« On ne peut pas établir avec un degré raisonnable de certitude que les économies de construction de futurs EPR 2 par rapport au coût de construction d'EPR de type Flamanville se matérialiseront ».

[Cour des comptes, 2020](#)

vouloir octroyer à EDF pour financer la construction. Un montant auquel il ne faut pas oublier d'ajouter plusieurs autres coûts connexes, comme la nouvelle usine équivalente à celle de la Hague et le centre de stockage des déchets nucléaires de Bure.

Le financement à taux zéro pour la construction des EPR 2 pourrait coûter entre 60 et 125 milliards de subventions au contribuable français [\[ENR pour tous, 14/03/25\]](#).

Enfin, c'est sans compter (et c'est peut-être là le dix de der surprise) sur l'arrêt de la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE) dans l'affaire C-59/23 Pl Autriche/Commission, arrêt du 11 septembre 2025 par lequel la CJUE annule la décision de la Commission approuvant l'aide de la Hongrie pour la centrale nucléaire Paks II en Hongrie. La CJUE considère que la Commission ne pouvait pas seulement se contenter de vérifier si l'aide en cause était conforme à la réglementation de l'Union en matière d'aides d'État, mais aurait également dû vérifier si l'attribution directe (à Rosatom) du marché de construction des deux nouveaux réacteurs nucléaires était conforme à

la réglementation de l'Union en matière de marchés publics [\[CJUE Com de presse, 11/09/25\]](#).

Au fait, a-t-on déjà entendu EDF annoncer que Framatome allait être mis en concurrence en France pour les projets EPR 2 de Penly, Gravelines et Bugey ??

Centrale nucléaire de Brennilis Déclaration d'incidents, septembre 2025

Association Bevañ e Menez Are (Vivre dans les Monts d'Arrée)

Le 17 septembre, nous avons appris par le secrétariat de la CLI qu'EDF a déclaré à l'ASNR le 12 septembre un événement relatif à la radioprotection, niveau 0, lié à la « *dégradation de la culture radioprotection* » sur le site de la centrale en déconstruction de Brennilis.

Cet événement concerne plusieurs situations en lien avec la radioprotection :

- **Février 2025** : prise en charge perfectible d'un **inter-venant contaminé** ;
- **Juillet 2025** : dispersion de contamination à l'intérieur de l'enceinte réacteur lors de la réalisation d'une intervention, **contamination interne des intervenants** et découverte d'un radionucléide émetteur alpha dans un local supposé en être dépourvu ;
- **Août 2025** : **déclenchements répétés de dosimètres** lors d'une intervention, sans arrêt de l'activité ni démarche interrogative.

Le **14 octobre**, la CLI a envoyé un courrier à l'exploitant

pour s'étonner de n'avoir pas été informée plus tôt, demander des explications sur les événements et des précisions sur les mesures correctives, et solliciter un échange direct avec l'exploitant au plus tôt.

Le **10 novembre**, la CLI a reçu une réponse du directeur de la centrale, apportant quelques précisions.

Le **27 février**, un ouvrier, qui était intervenu dans l'enceinte réacteur passe au contrôle en tenue de travail, et aucune contamination n'est détectée. Après déshabillage, **une contamination est détectée**. Sur place, la localisation de la contamination ne peut être déterminée, et l'ouvrier est emmené à Chinon. Dose reçue inférieure au seuil réglementaire.

Le 9 juillet, une **dispersion de contamination** (américium 241) est détectée dans un local situé dans l'enceinte, et **deux intervenants d'EDF sont contaminés**. L'analyse des selles a révélé une contamination, éliminée trois semaines plus tard. Ils auraient reçu moins de 0,5 mSv. Pas de radionucléides détectés au niveau des rejets de la cheminée.

Le 28 août, le **dosimètre** d'ouvriers intervenant sur les tubulures entourant le bloc réacteur se **déclenche à plusieurs reprises**. Les ouvriers continuent le chantier.

Le 13 novembre, lors d'une réunion technique de la CLI, en présence du directeur de la centrale, des explications sont demandées sur ces « *incidents* ».

Selon, EDF, les ouvriers concernés sont tous en CDI. Pour l'intervenant contaminé le 27 février, un employé de sous-traitant, le directeur ne sait pas comment il va, s'il est en arrêt de travail, s'il est toujours sur le site... La contamination est venue de la tenue de protection elle-même !

Les deux intervenants EDF contaminés le 9 juillet sont toujours sur le site et vont bien.

Les ouvriers dont les dosimètres se sont déclenchés ont été convoqués et virés de leur poste pour non-respect des consignes. Ils n'ont eu aucune analyse. Le directeur ne sait pas s'ils travaillent encore sur le site ou pour leur entreprise de sous-traitance. Les dosimètres ont été vérifiés et le chantier autour des tubulures a été réorganisé.

Pierre Barbey, de l'Acro, souligne l'insuffisance de formation pour le personnel. Il rappelle que, pour la radioactivité, il n'y a pas de seuil d'innocuité. Selon lui, le rapport d'EDF manque de précisions et de résultats d'analyses. Le rapport de cet « incident » est en cours d'étude auprès de l'ASNR. On attend sa réponse.

Pour ces « *incidents* », le directeur minimise les doses reçues et montre un mépris total pour les salariés des entreprises sous-traitantes. Il ne sait pas s'il y a eu des arrêts de travail ou des licenciements.

Le 8 décembre, il y aura la réunion annuelle publique de la CLI (à Loqueffret ou Brennilis) à 17 heures. Ce sera l'occasion d'interpeller le directeur de la centrale.

HANFORD SITE : HISTOIRE D'UNE CATASTROPHE ENVIRONNEMENTALE...

Y a-t-il une possibilité de réhabilitation ?



1) Hanford Site. Source: [Hanford Site | Nuclear Care Partners](#)

** Écrit par Paris Thasitis*

INTRODUCTION : À quoi faisons-nous référence ?

La thématique ci-dessus constitue une partie d'un travail de recherche présenté dans le cadre du programme franco-allemand **CO₂ Inno**, au sein duquel une étude comparative a été menée sur des structures nucléaires en phase de démantèlement ou à un stade avancé de ce processus.

Le cas du HANFORD SITE est emblématique, et ce pour plusieurs raisons.

D'abord historiques, car il s'agissait de l'unité de production de plutonium pour l'arsenal nucléaire américain pendant plus de quarante ans. Ensuite

environnementales, car la contamination survenue prendra des décennies à être restaurée. Enfin, nous nous intéressons à la dimension économique et développementale, puisque le programme de réhabilitation est extrêmement coûteux et implique de profonds changements dans l'usage des sols sur plusieurs décennies.

Dans cet article, nous souhaitons mettre en lumière un crime environnemental durable, aux conséquences politiques, sociales et économiques considérables, mais auquel très peu d'attention a été accordée... Ce qui, en un sens, est compréhensible : produit d'une autre époque, vestige de la Seconde Guerre mondiale et de la période de la Guerre froide, avec les contraintes qu'elle imposait.

C'était une époque où l'énergie atomique était indissociablement liée à l'industrie de la défense et de la sécurité, au cœur même de l'État et de ses stratégies.

On pourrait dire que beaucoup de choses ont changé aujourd'hui — même si ce n'est pas le sujet que nous abordons ici — et il est certain que le Complexe de Puissance qui dominait la stratégie de défense des grandes puissances s'est, dans une large mesure, fragmenté et désagrégé. Cela ne signifie pas pour autant que les préoccupations liées à la contamination radioactive potentielle ou à un conflit nucléaire aient disparu...

Mais cette désagrégation de la structure de pouvoir propre à la Guerre froide, amorcée à la fin des années 1980, a permis de révéler de nombreux éléments intéressants — et surtout, les conséquences profondes qu'elle a eues au fil du temps.

Par cet article, nous cherchons à mettre en lumière un problème gigantesque et multiforme.

Mais voyons d'abord ce qui s'est réellement passé...

1. PRÉHISTOIRE : Quand tout semblait insouciant et... aller de soi

« J'ai pensé que le site de Hanford était parfait dès la première fois que je l'ai vu... Nous avons trouvé le seul endroit dans le pays qui répondait aux exigences d'un site idéal. »

Colonel Franklin Matthias

I) Contexte historique : le Hanford, entre les griffes du Manhattan Project (1942-1946)

Le site de Hanford est une zone de 1 518 km², située dans le sud de l'État de Washington, à environ 35 miles de la frontière avec l'Oregon et à 215 miles au nord de Portland. Le fleuve Columbia traverse la région, et les villes les plus proches sont Kennewick, Pasco et Richland (Lichtenstein 2004, 810). C'est une zone aussi grande que Londres, qui est soudainement devenue un lieu clé de l'histoire.

Hanford a été impliqué dans le projet Manhattan pendant la deuxième phase de son développement.

Tout a commencé en 1939, quand le Comité consultatif sur l'uranium (Advisory Committee on Uranium) a été créé pour rassembler des scientifiques autour de la physique nucléaire et encourager la recherche sur la fission nucléaire, sous la direction du président Roosevelt.

Le comité a rapidement été placé sous le contrôle du Corps des ingénieurs de l'armée américaine, et il a pris le nom de « Projet Manhattan », dirigé par le général Leslie Groves à partir de septembre 1942.

Au début, les activités se concentraient au *Metallurgical Laboratory* (Met Lab) de l'université de Chicago, mais le projet s'est vite élargi. L'objectif du

Met Lab était de construire des réacteurs capables de transformer l'uranium en plutonium. Pour cela, trois sites ont été choisis, chacun avec une fonction différente:

- **Los Alamos** (au Nouveau-Mexique, Site Y) : la fabrication des bombes atomiques,
- **Oak Ridge** (dans le Tennessee, Site X) : la séparation de l'uranium-235 (U-235) de l'uranium-238 (U-238),
- et enfin **Hanford**, dont la mission était de produire le **plutonium** nécessaire à la bombe (Harvey 2000, 2).

Jusqu'au milieu de 1942, on prévoyait que le laboratoire d'Oak Ridge abriterait aussi des réacteurs pour produire le plutonium nécessaire aux bombes Trinity et Fat Man (celle larguée sur Nagasaki).

Cependant, le responsable scientifique du Projet Manhattan s'est opposé : travailler sur des installations nucléaires était jugé extrêmement dangereux et, en aucun cas, il ne fallait implanter une troisième usine dans les États de l'Est — là où se concentraient l'activité économique principale du pays et le siège des décisions (Washington).

On a donc recherché des zones éloignées et isolées dans les États de l'Ouest — Californie, Colorado, Oregon et Washington — qui, toutefois, devaient au moins disposer d'un accès à des réseaux électriques reliés à l'un des grands barrages hydroélectriques de la Bonneville Power Administration (BPA).

Quels étaient les « atouts » souhaités (siting criteria) pour la construction d'une installation de production de plutonium ?

La zone idéale devait répondre aux critères suivants :

- *Superficie d'au moins 19 × 26 km.*
- *Zone isolée, sans population supérieure à 1 000 personnes dans un rayon de 32 km*
- *Apport d'eau abondant — au moins 94,6 m³ par minute (pour le refroidissement des réacteurs).*
- *Énergie fournie par une centrale hydroélectrique d'au moins 100 000 kilowatts.*
- *Accès facile au chemin de fer et aux autoroutes.*
- *Relief relativement plat.*
- *Disponibilité des combustibles et des matériaux inertes nécessaires à la production de béton.* (Corps - United States Army Corps of Engineers 1947)

Le colonel Franklin Matthias, responsable de la prospection (« scouter »), accompagné de deux

représentants de la société Du Pont, choisit finalement Hanford comme troisième site idéal pour la production de plutonium dans le cadre du Manhattan Project, en décembre 1942.

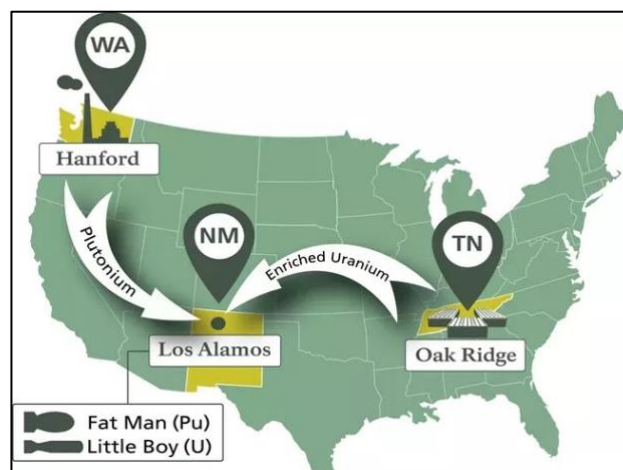
Deux mois plus tard, le gouvernement fédéral procède à la saisie 1 619 km² de terrain en vertu du War Powers Act, forçant les 1 500 habitants de la région à abandonner leurs biens moyennant indemnisation⁸ et à se réinstaller dans des zones plus éloignées (Harvey, 2000, p. 5).

La zone est alors hermétiquement fermée pour les besoins de la guerre. C'était l'emplacement idéal : tout y était réuni, et à très faible coût. En cas d'accident, les pertes humaines seraient minimales, et la distance par rapport à la mer garantissait une meilleure sécurité face à l'ennemi.

Une région déserte, sablonneuse, parfaite pour la construction de bâtiments en béton, et traversée par un grand fleuve, le Columbia.



2) Le site dans l'état de Washington, Source : sciencedirect.



Le projet Manhattan, Source : [National park service](#)

II) La phase de construction et d'exploitation (1944-1988)

Pour construire cet immense complexe, il fallut le travail systématique de 45 000 personnes, recrutées par Du Pont grâce à des salaires très attractifs pour l'époque⁹.

Environ 596 000 mètres cubes de béton furent nécessaires — soit l'équivalent d'environ 628 kilomètres de route de 6,1 mètres de large et 0,15 mètre d'épaisseur. Pour la construction des usines, on utilisa environ 1 500 000 blocs de béton et 750 000 briques de ciment.

Cet énorme site industriel fut divisé en trois zones distinctes, correspondant à différentes étapes de la production du plutonium :

⁸ Le coût total d'acquisition de ces terres à Richland s'est élevé à 5,1 millions de dollars de l'époque, tandis que les habitants ont reçu un délai de deux semaines à trois mois au maximum pour quitter leurs maisons (Gephart, 2010, p. 298-299).

⁹ On estime que l'entreprise offrait aux ouvriers non qualifiés des salaires deux fois supérieurs à la moyenne de l'époque, tandis que les travailleurs qualifiés recevaient environ 50 % de plus que le salaire moyen. La société leur fournissait également un logement.

- Dans la Zone 300, les barres de combustible à l'uranium étaient fabriquées et gainées (protégées par un revêtement).
- Dans la Zone 100, elles étaient ensuite irradiées dans les réacteurs.
- Enfin, dans la Zone 200, elles étaient dissoutes chimiquement et séparées en plutonium, uranium non transformé et divers produits de fission¹⁰ (Harvey, 2000, p. 8-10).

Le coût total du projet atteignit 230 millions de dollars de l'époque (Jacobs 2017, 116).

Voyons maintenant comment fonctionnait l'installation.

Le premier réacteur (B reactor) a produit le plutonium nécessaire pour les bombes «testées» au Nouveau-Mexique et à Nagasaki, tandis qu'à partir de 1947 — le Guerre froide battant son plein — Hanford a «accueilli» huit autres réacteurs nucléaires le long du fleuve Columbia (Jacobs 2017, 116). En conséquence, entre 1943 et 1963, neuf réacteurs, sous forme de blocs compacts, furent élevés le long de la rive du Columbia, dans la zone 100. Les réacteurs de Hanford différaient par leur taille et leur puissance. La dimension du cœur de chaque réacteur variait de 7 à 11 mètres par côté. Entre 200 et 390 tonnes métriques d'uranium étaient placées à l'intérieur de 1 000 à plus de 3 000 tubes en aluminium parcourant le cœur de chaque réacteur. Le réacteur B avait une puissance initiale de 250 MW. Les niveaux de puissance furent portés jusqu'à 4 400 MW lorsque les plus grands réacteurs de Hanford, connus sous les noms KE et KW, furent construits au milieu des années 1950 en réponse à l'intensification de la Guerre froide (Gephart 2010, 299).

À l'intérieur de chaque réacteur, les atomes d'uranium-235 fissionnés libéraient des neutrons à

grande vitesse, lesquels étaient ensuite captés par les atomes plus abondants d'uranium-238 contenus également dans les «gainés» métalliques du combustible. En moins de trois jours, une portion de l'uranium-238 se transformait en plutonium-239 — le métal choisi pour la fabrication des bombes nucléaires. Environ un atome d'uranium sur 4 000 était converti en plutonium-239. De l'eau du fleuve, traitée chimiquement, était acheminée à travers des tubes scellés à l'intérieur de chaque réacteur pour en assurer le refroidissement¹¹. Ces traitements ajustaient le pH de l'eau, empêchaient la prolifération d'algues, éliminaient les solides dissous et réduisaient la corrosion des métaux. La fission des atomes d'uranium-235 et le rayonnement émis faisaient monter la température de l'eau de refroidissement presque jusqu'au point d'ébullition. L'eau pompée ne restait dans le réacteur que quelques secondes avant d'être rejetée.

Ensuite, l'uranium «irradié» demeurait dans des cuves spéciales pendant au moins 60–65 jours (selon les directives officielles) afin de réduire sensiblement les niveaux de radioactivité avant d'être traité pour extraire le plutonium dans des installations dédiées. Cependant, il arrivait que le délai d'extraction du plutonium tombe à seulement trois semaines, rendant alors les effluents de ce procédé particulièrement toxiques et extrêmement dangereux. Hanford produisit et traita — durant ses 45 années de fonctionnement — 96 400 tonnes d'uranium et produisit également 67,4 tonnes de plutonium — soit 67 % de la production totale de plutonium accumulée par le gouvernement américain pour les besoins de son arsenal nucléaire (Gephart 2010, 300).

Au début des années 60, la région servait aussi à des applications civiles. Grâce aux efforts du sénateur démocrate Henry «Scoop» Jackson¹², le président Kennedy a donné le feu vert en 1962 pour construire le fameux réacteur N, avec l'aide de la WPPSS¹³ (que

¹⁰ Il existait également une zone supplémentaire, la Zone 1100, qui abritait le centre logistique du site de Hanford et se situait plus près de la ville de Richland.

¹¹ Pratiquement, les mesures de sécurité étaient inexistantes et les installations rudimentaires... Après tout, il s'agissait des premiers réacteurs à grande échelle. Il n'y avait pas de séparation entre le circuit primaire et le circuit secondaire de l'eau, et toute fissure dans les cylindres d'uranium provoquait une augmentation immédiate des niveaux de radioactivité.

¹² Il a été sénateur pendant trente ans (1952-1982), une grande personnalité connue comme «*liberal on domestic issues, hawk on foreign affairs*». Si cela vous semble paradoxal, c'est normal. C'était la mode de l'époque, surtout chez les caciques traditionnels qui voulaient préserver les réseaux de pouvoir qui les avaient amenés au poste. Henry «Scoop» Jackson (un cartoon paresseux de l'entre-deux-guerres) a servi son État dès l'âge tendre de 28 ans (1940)

comme représentant pendant 12 ans, jusqu'en 1952, puis comme sénateur pendant trente et un ans, jusqu'à sa mort en 1983. C'était un démocrate de la Guerre froide, qui — nécessaire pour survivre politiquement dans les États du Nord-Ouest Pacifique — défendait une ligne dure anticommuniste en politique étrangère, tout en étant favorable à la sécurité sociale nationale, au New Deal de Roosevelt, au Fair Deal de Truman, à une politique environnementale stricte, et il était célèbre pour les travaux publics qu'il réalisait dans son État. Une forme de patronage avec un profil «social» et «progressiste», rare aujourd'hui, car le paradigme a profondément changé. On pourrait dire que sa mort en 1983 a privé Reagan d'un adversaire de taille... (Oldham 2003).

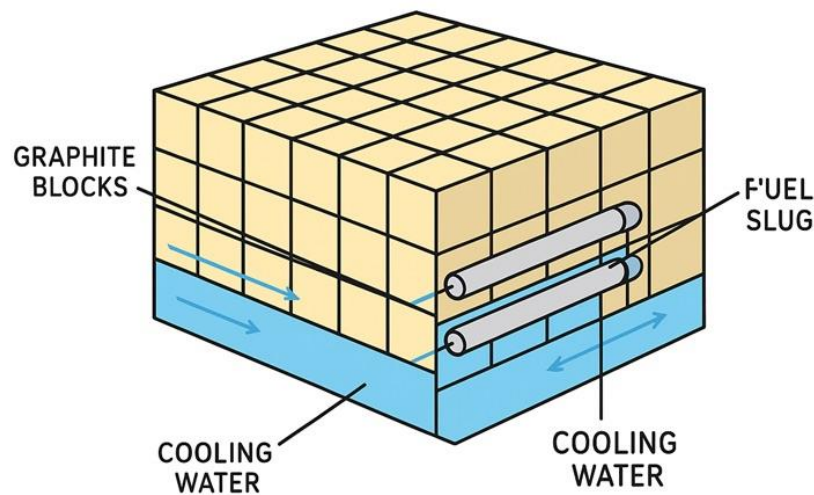
¹³ **Washington Public Power Supply System** : c'était un projet ambitieux visant à regrouper 29 services publics municipaux de production et de distribution d'électricité (public utility districts) le 31 janvier 1957, à une époque où

tout le monde appelait « Whoops »). Ce réacteur produisait du plutonium mais aussi de l'électricité pour l'État de Washington. Il a été sous contrôle de la WPPSS pendant 25 ans, et en 1984, l'unité WNP-1/4 a été mise en service, dans le cadre d'un plan très cher et en grande partie raté pour passer à l'énergie nucléaire. Aujourd'hui, cette centrale existe toujours et fonctionne sur le site de Hanford (Energy Facility Site Evaluation Council 2019).

En tant que véritable enfant de la Guerre froide, la production massive de plutonium pour l'arsenal nucléaire reprit au début des années 1980¹⁴ — un fait étroitement lié à la nouvelle ligne belliqueuse de Ronald Reagan et à la « Guerre des étoiles »...

Cependant, tout a une fin.

NUCLEAR REACTOR CORE



3) Représentation schématique d'un réacteur nucléaire sur le site de Hanford. Source : IA

l'État jouait un rôle central dans la politique économique, avec comme principal défi de répondre à la hausse de la demande en énergie, qui atteignait 7 % par an depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale (Alexander 1983).

La « Whoops » s'est progressivement transformée — avec l'aide du sénateur mentionné plus haut et dans le contexte de la frénésie nucléaire de l'époque —, passant d'une petite société de fermiers et de citoyens avec une douzaine d'employés à un véritable géant de l'énergie nucléaire, employant plus de 14 000 ouvriers pour construire cinq (!) grandes centrales nucléaires.

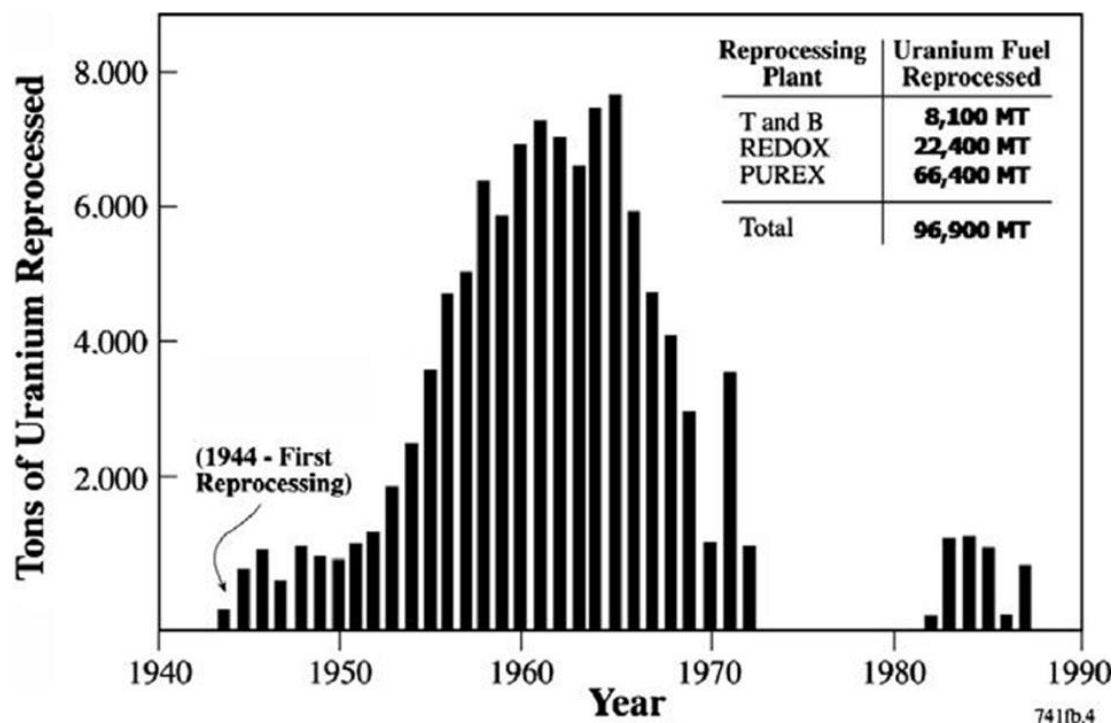
Pour financer cela, elle émit des obligations de plus de 8,3 milliards de dollars et bénéficia des garanties de la fameuse Bonneville Power Administration. Le budget initial atteignait 4,5 milliards de dollars, et plus de 88 fournisseurs municipaux des États de l'Ouest et du Midwest s'engagèrent à acheter de l'électricité privilégiée provenant des futures centrales — engagement qui fut jugé illégal en 1983 par la Cour suprême de l'État de Washington (Pope 2008).

Cependant, la demande en énergie chuta brutalement avec les crises pétrolières de 1973 et 1979, et le budget final explosa à 23,4 milliards de dollars en 1981. L'entreprise

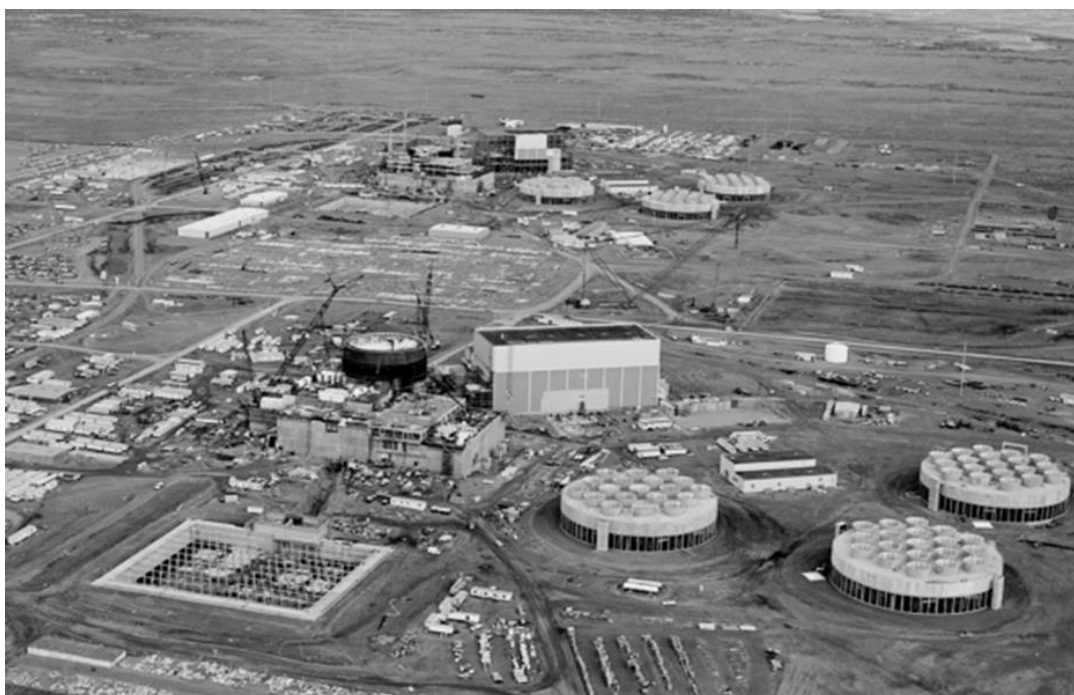
déclara son incapacité à rembourser des obligations d'une valeur de 2,5 milliards de dollars en 1982 et les projets Washington Nuclear Project 4 et 5 furent annulés (Alexander 1983).

S'ensuivit une avalanche de 70 procédures pour faute professionnelle, impliquant 80 000 plaignants et des dossiers atteignant plusieurs millions de pages (!) (Pope 2008). La catastrophe fut épique, constituant alors la plus grande faillite d'un organisme municipal, et l'entreprise ne conserva qu'un seul des cinq projets : la centrale Columbia Generating Station (WNP-2) sur le site de Hanford, en activité depuis 1984 jusqu'à aujourd'hui (Energy Facility Site Evaluation Council 2019).

¹⁴ Les diagrammes le démontrent clairement. Le tournant de Nixon au début des années 1970 a orienté Hanford vers une trajectoire plus « recherchée », tandis que la montée des néoconservateurs en 1980 a temporairement réintroduit une rhétorique belliqueuse et une « utilisation militaire » sur les sites à vocation défensive...



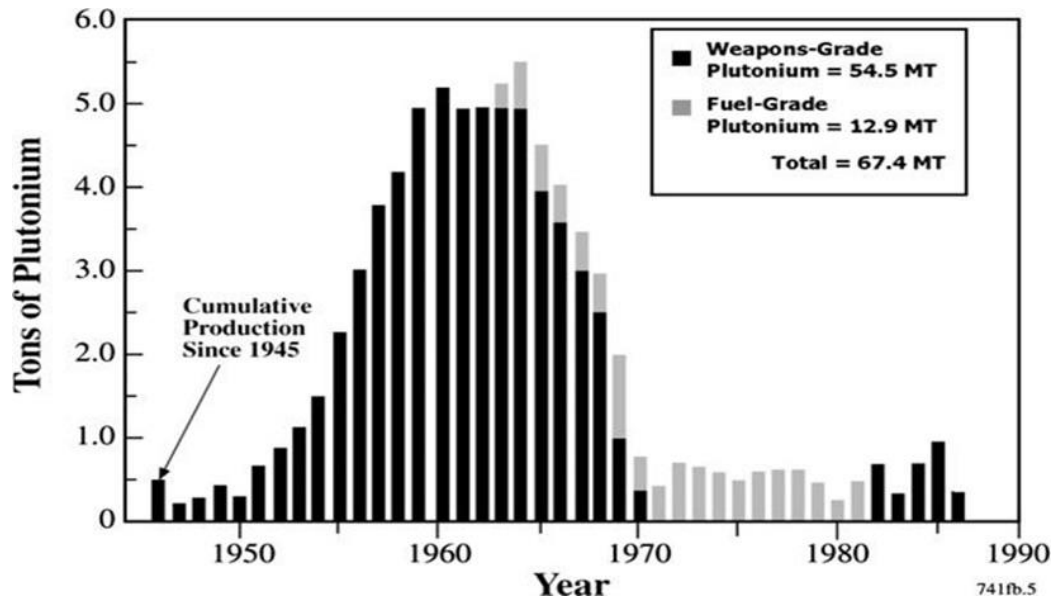
4) Graphique montrant la masse d'uranium retraité. Comme on le voit, la production a culminé dans les années 1950-1960, puis a décliné jusqu'à disparaître. Cela n'a-t-il aucun lien avec la signature des traités START et le relâchement des tensions de la Guerre froide ? Source : (Gephart 2010)



5) Le site WNP-1/4 (Hanford Site) Source: [EN closes chapter on restoration, opens a new one](#)

En 1987, il est décidé de mettre définitivement fin à toutes les activités de production de plutonium et d'électricité — y compris le réacteur N, mais à l'exception de l'unité de la WPPSS — et le site est

définitivement libéré de sa collaboration étroite avec le Département de la Défense pour passer entièrement sous la responsabilité du Département de l'Énergie d'ici 1989 (Lichtenstein 2004).



6) La production de plutonium correspondante, pendant toute la durée de fonctionnement de l'installation. Source : (Harvey 2000)

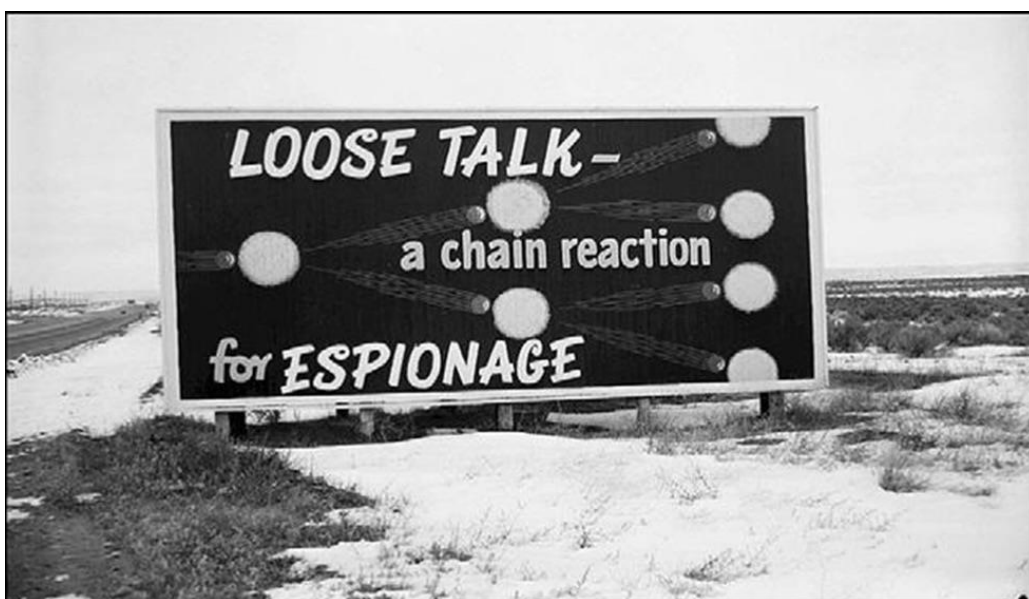
2. L'HEURE DU COMPTE : qui paiera et de quelle manière ?

1) L'histoire vue autrement : le parcours d'une entreprise organisée

Si l'on se limite à une représentation télégraphique de l'histoire du site de Hanford, comme le font les sources officielles du Pentagone ou d'autres organismes scientifiques, on pourrait dire qu'il s'agissait d'une (nouvelle) évaluation de la Guerre froide: bombes atomiques, secret et beaucoup de propagande anticomuniste. Mais était-ce vraiment le cas ?

Tout d'abord, non — ou du moins, pas seulement. L'histoire du site de Hanford est avant tout celle d'une pollution environnementale sans fin. Pour être précis, et chronologiquement parlant, ce site nécessitera plus d'années pour être décontaminé — ce qui reste d'ailleurs incertain — que le temps total pendant lequel il a fonctionné comme lieu de production de plutonium...

Que s'est-il passé entre-temps ?



7) Panneau d'avertissement à l'extérieur des limites du site de Hanford, soi-disant destiné aux employés qui parlaient trop... ou s'agissait-il plutôt d'humour ?

II) L'indifférence comme une normalité...

« La gestion et l'évacuation des déchets contaminés, dans les quantités et selon les méthodes actuellement employées, si elle se poursuivait sur plusieurs décennies... constituerait un problème d'une gravité extrême pour la sécurité industrielle et environnementale. » (Williams 1948, 37)

À quoi se réfère le passage ci-dessus ?

Il s'agissait de l'une des conclusions d'un sous-comité d'experts créé par l'AEC (Atomic Energy Commission) concernant la protection de la santé face aux risques industriels (Safety and Industrial Health Advisory Board) dans le cadre de l'exposition aux radiations ionisantes. Créée en 1946, l'AEC a repris toutes les activités et obligations du Manhattan Project à partir du 1er janvier 1947 — plus précisément, l'ensemble du programme nucléaire américain ainsi que les sites ultra-secrets des Forces armées passèrent sous la responsabilité de cette autorité indépendante mise en place par le Congrès américain et l'administration Truman via l'Atomic Energy Act¹⁵.

Inquiète des objections de nombreux scientifiques et préoccupée par les effets des radiations ionisantes après le largage des deux bombes atomiques sur le Japon, l'AEC constitua en septembre 1947 un sous-comité d'experts chargé d'évaluer les risques que présentaient pour l'écosystème local et pour l'homme les trois sites sensibles du programme Manhattan : a) Los Alamos, b) Oak Ridge et c) le site de Hanford.

Les évaluations furent initialement contradictoires. L'AEC prenait en compte les dosages approuvés par la National Commission of Radiological Protection (NCRP). En 1934, cette commission parlait de la « tolérance dose »¹⁶ et la fixait à 15 roentgens par an. Dans ce cadre, la NCRP ne détectait pas de risques majeurs. Après-guerre, la même commission et son homologue internationale, la International Commission on Radiological Protection (ICRP), changèrent radicalement leur terminologie et introduisirent la notion de « maximum permissible dose », fixée à 0,3 roentgen par semaine — légèrement inférieure à l'estimation précédente (Walker 2009, 5).

Avec cette nouvelle approche, la NCRP et l'ICRP soulignaient que, d'une manière générale, aucune exposition aux radiations ne pouvait être considérée comme totalement sûre. Elles précisèrent simplement que, dans les limites qu'elles fixaient, l'exposition ne provoquerait pas de dommages immédiats, visibles ou irréversibles sur le corps humain. Cependant, elles avertissaient qu'une telle « exposition permise » ne constituait en aucun cas un « seuil de sécurité ». Or, tant les experts du Manhattan Project que ceux de l'AEC interprétèrent plus tard ces recommandations comme ne comportant aucun risque. Ils assuraient que l'exposition aux gaz radioactifs ou aux déchets n'était pas du tout dangereuse, tant qu'elle restait dans les « limites de sécurité » définies par les scientifiques de l'époque, et que la production de plutonium était, industriellement parlant, l'une des opérations les plus sûres (Morgan 1948).

La position du Département de la Défense (alors Ministère de la Guerre) et de l'AEC se limita initialement à une surveillance étroite et à la mesure des niveaux de radioactivité. Certains isotopes présents dans les gaz émis de temps à autre par les installations de traitement de l'uranium (pour sa transformation en plutonium) avaient une très courte durée de vie... par conséquent, il n'y aurait pas de problème majeur si quelques expérimentations ponctuelles étaient effectuées.

Le sous-comité santé de l'AEC a fait appel à Abel Wolman et Arthur Gorman à la fin de 1947 pour évaluer les risques liés à la production de plutonium dans les trois sites cités plus haut. Dans leur rapport final d'avril 1948, ils ont signalé que les risques pour la santé et la sécurité étaient élevés. Ils étaient aussi convaincus que les puits et les rivières autour du site de Hanford étaient déjà contaminés, et que la sécurité des installations nucléaires posait problème. Pour Wolman, la question des déchets était cruciale, mais presque personne à l'AEC ne la prenait vraiment au sérieux.

La réponse de l'AEC a mis plus d'un an et demi à arriver, et elle a été publiée en décembre 1949. La commission reconnaissait que le problème était « très important », mais elle pensait que les générations futures — et surtout la science — finiraient bien par le régler d'une façon durable et fiable (Walker 2009,

s'agissait d'un exemple typique de partenariat public-privé de l'époque.

¹⁶ On commençait tout juste à voir apparaître dans la presse des cas de contaminations étendues chez des personnes exposées à l'uranium utilisé dans les produits cosmétiques et les dentifrices...

¹⁵ Il faut bien noter que l'État n'exerçait jamais un contrôle total sur ces activités. Les normes de sécurité étaient en grande partie définies par les deux sous-traitants impliqués directement dans le projet Manhattan : les entreprises Du Pont et General Electric. Cette dernière s'est d'ailleurs rapidement engagée dans la construction de réacteurs nucléaires pour les sous-marins de la Marine américaine et s'est lancée dans une véritable course contre Westinghouse pour développer un réacteur modèle. On pourrait dire qu'il

11-18). Autrement dit, ils ont juste repoussé la résolution du problème à plus tard.

On peut donc tirer en toute sécurité plusieurs conclusions intéressantes :

- ❖ *Le danger que représentaient les installations nucléaires pour la santé et la sécurité des travailleurs était connu, au moins depuis 1945, aussi bien du monde scientifique que du gouvernement.*
- ❖ *Le respect de l'environnement était inexistant dès le départ, encore une fois en toute connaissance de cause de la part du gouvernement américain et de la communauté scientifique.*
- ❖ *La frénésie de la guerre froide a fait taire toute réserve face au techno-totalitarisme incarné par le nouveau complexe militaro-industriel qui s'est développé à Washington après la victoire des Alliés.*
- ❖ *La majorité des scientifiques de l'époque ont adhéré sans trop de résistance à ce que Jacques Ellul appellera, au milieu des années 1950, le « système technicien ». Cette nouvelle orthodoxie ne tolérait ni doutes ni remises en question.*
- ❖ *Même dans les rapports officiels de l'AEC, on reconnaissait que, malgré les « hauts » standards de sécurité du début du projet Manhattan, ceux-ci s'étaient rapidement affaiblis et que les risques avaient augmenté au fil du temps.*

De l'autre côté, la position adoptée par d'autres experts jusqu'aux années 1970 restait très floue, voire trompeuse, même à un niveau officiel. Si l'AEC avait une connaissance directe du terrain et pouvait former des comités d'experts, ce n'était pas le cas des universités ou des gouvernements des États. Dans une étude pour le moins controversée de Richard F. Foster, en 1970, celui-ci rapporte ses travaux pour la Commission écologique de l'État de Washington sur les mesures et la responsabilité des autorités depuis 1944. Il compare notamment ses résultats avec les études menées sur les poissons et les eaux juste avant la mise en service des réacteurs de Hanford, c'est-à-dire entre 1942 et 1943. Foster affirme que toutes les précautions avaient été prises et que l'exposition des poissons à la radioactivité était restée dans des limites « acceptables ». Il reconnaît cependant une contamination de l'eau — mais il l'attribue uniquement à la toxicité de certaines substances utilisées pour le filtrage de l'eau servant au refroidissement des réacteurs. Autrement dit, il admet une pollution, mais il en minimise la portée (Foster 1970). Il note aussi une augmentation de la température du fleuve de 0,5 à 1,5 degré Celsius, et jusqu'à 15 degrés à certains endroits. Ce qu'il ne dit pas clairement, alors qu'il aurait dû, c'est qu'il avait été lui-même le biologiste en chef du site de Hanford pendant au moins quinze ans... avant de passer au secteur privé.

L'élément intéressant ici, c'est que l'État américain était loin d'avoir laissé la situation au hasard. Des

inquiétudes existaient dès le départ, et des contrôles étaient effectués régulièrement. La vraie question, bien sûr, est de savoir *ce qu'ils cherchaient exactement... et dans quel but.*

Quoi qu'il en soit, d'autres études ont montré qu'un des grands problèmes venait du modèle même de gestion et de fonctionnement du programme nucléaire. Sous la présidence de Roosevelt, dans le cadre de la préparation à la guerre, fut mis en place le modèle GOCO – « *Government Owned, Contractors Operated* ». Autrement dit : les terrains et les installations militaires, notamment celles du programme nucléaire, appartenaient au gouvernement fédéral, mais leur exploitation était confiée à des entreprises privées.

Ainsi, après la Du Pont (1943-1946), le site de Hanford passa sous la gestion de General Electric pendant plus de vingt ans, jusqu'en 1968 (Brown 2015), avant de changer encore une fois d'opérateur (Atlantic Richfield).

Quelle fut l'attitude générale de ces entrepreneurs ? Manque de rigueur en matière de sécurité, normes environnementales faibles, supervision limitée de la direction, et une culture du secret, renforcée par le contexte de la guerre froide, qui freinait toute transparence. GE, tout comme Du Pont dans une moindre mesure, n'arrivaient pas à voir « la grande image » — c'est-à-dire à la fois le défi de la primauté du pays en matière de puissance, et la responsabilité de gérer (du point de vue économique, environnemental et social) un espace aussi important (Carlisle et Zenzen 1994, 52).

La question change donc (au moins en partie) et peut désormais se formuler ainsi : ***Quelles furent les «heures et les œuvres» de ces entrepreneurs ?***

III) À propos du « progrès scientifique »...

Personne ne peut vraiment parler « d'ignorance » au sens large. Les seuls peut-être un peu naïfs étaient certains scientifiques idéalistes, qui n'auraient sans doute pas hésité à tester sur eux-mêmes les effets de la science — pourquoi pas ? Mais Du Pont, elle, savait parfaitement dans quoi elle s'engageait. C'est d'ailleurs pour cela que le général Groves dut littéralement la supplier de participer au « projet national » (Gosling 2010, 18). Elle posa toutefois ses conditions : un fonds spécial de 20 millions de dollars pour d'éventuelles compensations aux employés exposés à la radioactivité, et une couverture intégrale des coûts (matériaux et fournitures) par le gouvernement américain (U.S Department of Energy 1996).

Du Pont se montra au moins « créative » sur la question des effets secondaires du traitement du combustible nucléaire.

Pour réduire partiellement la radioactivité de l'eau contaminée, elle construisit des bassins géants de 12 millions de gallons, destinés à retenir temporairement les eaux rejetées par les réacteurs. Les ingénieurs pensaient que la désintégration de certains radionucléides et quelques additifs suffiraient pour rendre l'eau à peu près sûre avant son retour dans le fleuve Columbia. Et, en apparence, c'était le cas : au bout de quelques heures, la radioactivité baissait d'un facteur 20.

Quant à la sécurité, ce n'était clairement pas la priorité.

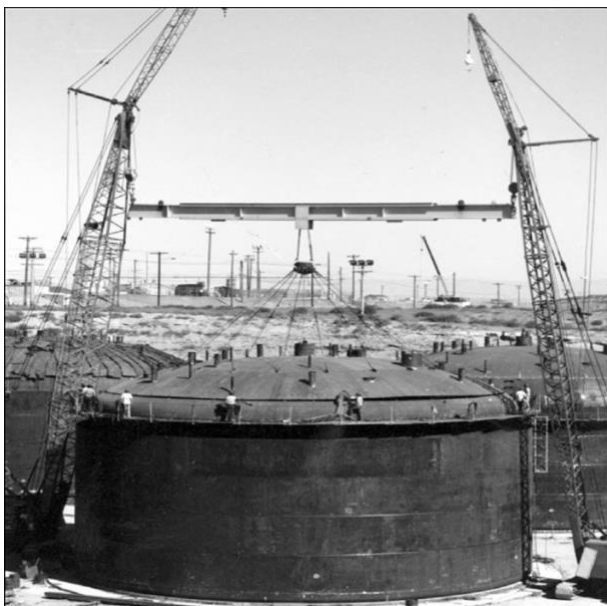
Lors du lancement de la production de plutonium, le 26 décembre 1944, les niveaux élevés de xénon (Xe) et d'iode-131 (I-131) surprirent les ingénieurs, qui décidèrent d'en relâcher 70 % à 80 % dans l'atmosphère.

Cela n'inquiétait personne... sauf un jour de mai 1945, où une averse fit retomber l'iode au sol, faisant grimper la contamination à 100 fois les niveaux normaux. Après cela, la politique de l'entreprise fut de ne libérer les gaz que de nuit (U.S. Department of Energy 1996).

Et pour les eaux usées elles-mêmes ? Les entrepreneurs successifs ont fait preuve d'une remarquable constance. De 1944 à 1988, Hanford a produit au moins 2 millions de mètres cubes de déchets radioactifs : 1 à 2 % furent directement rejetés dans le fleuve, le reste stocké dans 177 cuves, enterrées surtout dans la zone 200. Avec le temps, l'oxydation et les fuites ont réduit le volume à environ 200 000 m³ aujourd'hui, soit 60 % de tous les déchets nucléaires militaires américains (Gephart 2010, 301).

Le problème ? Ces cuves n'étaient conçues que pour 10 à 20 ans de durée de vie. Les premières fuites vers les nappes souterraines apparurent dès 1959. La réponse de la direction, entre 1968 et 1986, fut la construction de 28 nouvelles cuves, censées tenir 20 à 50 ans (Brown 2015).

Mais ce n'était qu'une partie du tout. Au total, tous les types de déchets confondus — haute, moyenne ou faible radioactivité, liquide ou solide — sont estimés à 1,73 milliard de mètres cubes ! (Lichtenstein 2004, 811). Pendant au moins vingt ans, Hanford est resté hors de tout contrôle public¹⁷, du moins en ce qui concerne la gestion de ses déchets.



8) La photo ci-dessus montre un réservoir de déchets sur le site de Hanford en 1984. Aujourd'hui, dans le cadre des travaux de restauration du site, des dizaines de ces réservoirs de déchets hautement radioactifs sont déterrés. Une partie d'entre eux présente des fuites vers les eaux souterraines (Gephart 2010).

IV) Les conséquences sur la santé ? Ou autrement dit, comment devenir un cobaye humain...

En grandissant à Lake Moses dans l'État de Washington, Vicky Stipper souffrait souvent de crampes à l'estomac, qui ont continué même après que sa famille ait déménagé dans le Connecticut en 1962, alors qu'elle avait 8 ans. Ses symptômes

¹⁷À titre d'exemple, l'AEC a accordé en 1946 à General Electric un premier budget de seulement 200 000 dollars pour la gestion des déchets, alors qu'elle avait versé au

moins 1,5 million de dollars en dix ans pour l'école locale des employés (Brown 2015).

comprenaient aussi des gonflements sous les bras, et elle a finalement dû se faire enlever la thyroïde. Elle soupçonnait que ces problèmes étaient liés aux activités du site de Hanford. Et elle n'était pas la seule.

Plus de 1 200 enfants seulement entre 1944 et 1947 auraient été exposés à des doses cumulées allant de 15 à 650 rads¹⁸, tandis qu'environ 13 500 habitants des zones proches — soit 5 % de la population locale — ont été exposés à 33 rads, le double du seuil de sécurité fixé pour les travailleurs permanents par la NRC¹⁹ (Church 1990, 28). En réalité, ces « effets secondaires » ne concernaient pas tant le rejet des déchets, mais les émissions planifiées et « légales » de gaz toxiques d'iode lors de la production de plutonium. Comme mentionné précédemment, par mauvais temps, l'iode-131 se déposait directement sur l'eau et les légumes de la région, contaminant de nombreuses personnes sans qu'elles s'en aperçoivent.

Les responsables se sont-ils limités aux émissions gazeuses « régulières » lors de la production de plutonium ? Malheureusement, non...

En 1949, l'URSS réalisa ses propres essais nucléaires, produisant une bombe au plutonium au Kazakhstan. La chaleur dégagée transforma de vastes étendues de prairies en verre coloré. Pour évaluer le stade de ces essais soviétiques, l'AEC et l'US Air Force lancèrent des expériences sur le site de Hanford. Dans ce but, ils décidèrent de traiter l'uranium pour produire du plutonium à un stade très précoce, alors que les barres de combustible irradié étaient encore « vertes » (récemment déchargées) et très chaudes. Bien que des solutions nettoyantes soient normalement utilisées pour filtrer les gaz émis, elles ne furent pas appliquées, permettant à l'iode de s'échapper dans l'atmosphère.

Un samedi de décembre 1949, l'expérience top-secrète « Green Run » fut mise en œuvre. Rapidement, l'expérience dépassa tout contrôle : la radioactivité émise était trois fois supérieure aux prévisions, et le changement brutal des conditions météorologiques fit que l'iode se déposa directement sur le sol et sur les vêtements de tous ceux travaillant sur le site cette nuit-là.

Le chef ingénieur, William Mobley, paniqué, ordonna l'arrêt de l'usine et contacta immédiatement ses supérieurs, mais le mal était fait : les villes les plus proches, notamment Richland, furent exposées aux fameux « gaz verts », y compris la famille de Mobley. Pire encore, les légumes et les cultures locales atteignirent des niveaux de radioactivité jusqu'à 1 000 fois supérieurs aux limites légales (Parshley 2021, 52-54).

C'était la plus grande expérience officielle du gouvernement américain sur ses propres citoyens... mais pas la seule.

En 1995, il a été révélé que le *Green Run* n'était qu'une partie d'environ 400 expériences sur la population menées par les autorités américaines pour mesurer les effets de la radiation sur le corps humain. Le rapport intitulé « *Human Radiation Experiments Associated with U.S. Department of Energy and Its Predecessors* » révèle des détails sur des pratiques odieuses ayant eu lieu principalement sur deux sites : le Hanford Site (principalement entre 1944 et 1969) et le Nevada Test Site (1951-1962). Il s'agissait d'expériences à grande échelle comme le *Green Run*, ou de tests de radiation sur des patients ou des travailleurs, avec ou sans leur consentement. Entre 1951 et 1969, on estime qu'au moins cinq expériences « médicales » ont été réalisées, avec l'injection d'iode, de tritium et de strontium pour étudier les effets (U.S. Department of Energy 1995, 46-49). Les victimes de ces expériences — pas seulement à Hanford — ont été appelées « *Downwinders* », c'est-à-dire les personnes vivant « sous le vent », exposées aux émissions et aux polluants radioactifs des essais nucléaires et des installations industrielles dangereuses à cause des vents.

En 1993, une série de procès a commencé et a duré plus de 20 ans. Dans l'affaire *Hanford Downwinders Coalition, Inc. v. Dowdle*, deux prétendues victimes des expériences de Hanford demandaient à la justice la reconnaissance des actes et omissions des organismes responsables (Département de l'Énergie) et une compensation. La plainte a été rejetée faute de fondement et de preuve suffisante du lien de

¹⁸ Il s'agit de l'ancienne unité de mesure de la radiation absorbée par une certaine masse corporelle. Concrètement, 0,01 joule absorbé par 1 kilogramme de matière.

Autrement dit, 1 rad correspond à environ 12 radiographies traversant la poitrine d'une personne. Aujourd'hui, le rad a été remplacé par le Gray (Gy), équivalent à 100 rad. On estime que les premiers effets visibles apparaissent à 100 rad (nausées, fatigue, etc.), tandis qu'à 500 rad, les conséquences peuvent être mortelles (Environmental Protection Agency 2025). Ainsi, on parle d'effets allant de

problèmes de santé à long terme jusqu'à des risques mortels si l'on atteint même les valeurs moyennes.

¹⁹ **La Nuclear Regulatory Commission (NRC)**, successeur de l'AEC, est l'autorité fédérale chargée de la réglementation de l'énergie nucléaire aux États-Unis. Elle a été créée en 1974 et a repris la plupart des responsabilités de l'ancienne AEC, bien qu'elle se concentre principalement sur les activités civiles. Elle a pour mission de mettre en œuvre — pas toujours avec succès — les normes environnementales les plus strictes de l'époque.

causalité (Hanford Downwinders Coalition, Inc. v. Dowdle 1993).

D'autres procès représentatifs incluent *In re Hanford Nuclear Reservation Litigation* (débuté en 1991) et les Bellwether trials en 2005, qui visaient à définir la ligne de conduite judiciaire pour tous les plaignants. Les procédures judiciaires ont pris fin en 2015 avec un règlement extrajudiciaire avec le Département de l'Énergie, impliquant 15 000 plaignants. Les détails restent confidentiels.

Même si une exposition unique à la radiation est jugée scandaleuse ou exceptionnelle, cela ne réduit pas le problème de l'exposition régulière dans les différentes installations nucléaires américaines, surtout pour les travailleurs. On estime que plus de la moitié ont été exposés à des doses dangereuses, ce qui a conduit le Congrès américain à adopter en 2000 le Energy Employees Occupational Illness Compensation Program, sous la présidence de Clinton (Parshley 2021, 54).

Cette loi prévoit 150 000 \$ de compensation pour chaque victime ou héritier exposé à des radiations, ayant développé une maladie, été hospitalisé ou décédé. Le gouvernement fédéral, via le Département du Travail, assure également un suivi médical et pharmaceutique à vie. En 2004, la Part E a étendu cette couverture aux employés des sous-traitants travaillant pour le Département de l'Énergie jusqu'en 1993.

Au 30 janvier 2022, les compensations et frais de santé étaient estimés à 21 milliards de dollars pour environ 110 000 victimes, tandis que 96 000 demandes avaient été rejetées (Szymendera 2022, 13).

En 2024, les compensations totales ont atteint 26,5 milliards de dollars, couvrant 143 634 victimes (Dietz 2024). L'histoire semble être un vrai gouffre pour le gouvernement américain, et elle continue encore...

V) Les victimes invisibles...

Quant aux victimes invisibles ? Elles concernent surtout les « suspects habituels » dans ce genre de situations : les minorités. Il s'agit des peuples autochtones.

Par deux traités de 1855, cinq tribus indiennes ont accepté de céder à l'État américain un territoire équivalent à 10 522 km², incluant la région du fleuve Columbia. En échange, l'État américain leur accordait un droit « perpétuel » d'accès au fleuve pour la pêche, nécessaire à leur subsistance.

Avec le début des activités du site de Hanford — lorsque la zone a été réquisitionnée pour les besoins de la guerre — les tribus indiennes ont subi de multiples coups. D'abord, le fonctionnement des barrages (mentionnés précédemment) dans l'État de Washington a entraîné une réduction drastique des populations de saumon et d'autres poissons essentiels à leur alimentation quotidienne. Ensuite, la pêche dans le Columbia est devenue quasi interdite, tout comme la culture des terres avoisinantes.

Cependant, les tribus ont continué à pêcher, mais sur une surface beaucoup plus réduite tout au long des années 1960. Le problème était double : d'une part, la plupart des tribus ont été encore davantage marginalisées en raison des restrictions de déplacement imposées par les activités « de recherche » à Hanford. D'autre part, elles ont été condamnées à une privation alimentaire permanente pendant des décennies et, pire encore, leur alimentation était parfois contaminée par des isotopes radioactifs (Jacobs 2017).

Même aujourd'hui, malgré les efforts de réhabilitation, l'État américain ne prévoit aucun rétablissement complet des écosystèmes à un niveau permettant aux peuples autochtones de faire valoir leurs droits et d'organiser leur vie conformément aux accords de 1855.

3. L'APRÈS : Projets pour l'avenir... Y a-t-il un avenir ?

I) Que voulons-nous dire exactement ?

L'ampleur de la catastrophe environnementale était telle qu'il a fallu plusieurs années aux autorités pour comprendre ce qui s'était passé. En pratique, il s'agit de deux actions différentes mais connexes : a) *des travaux de désinfection et de dépollution, visant, si possible, à revenir à l'état antérieur lorsque c'est*

faisable, b) la réutilisation créative des terrains et bâtiments sur l'immense site de Hanford.

La première série d'actions est sans doute la plus importante, car elle nécessite d'énormes ressources et efforts et mobilise directement l'État fédéral. La seconde série est moins complexe que la première, mais elle requiert une collaboration multisectorielle

avec de nombreux acteurs et des plans souvent contradictoires. De plus, elle dépend largement de l'avancement et du succès de la dépollution : comment réutiliser un tel site si celui-ci n'a pas été suffisamment nettoyé au préalable ?

Cette discussion ouvre deux pistes : que réutiliser et dans quelle mesure ?

La première solution consiste à un retour complet à l'état antérieur — c'est-à-dire avant la construction des installations nucléaires — et à l'utilisation du site selon les souhaits du propriétaire, de la municipalité ou de l'État. Dans ce cas, il faut démanteler entièrement le bâtiment qui abritait l'installation nucléaire et procéder au nettoyage complet de tout élément radioactif, ce qui demande du temps et de l'argent. Cette solution est appelée **greenfield**.

La seconde solution prévoit une restauration dans la mesure du possible, sans éliminer totalement tous les éléments radioactifs, mais avec des garanties de sécurité pour les personnes circulant sur le site. Il s'agit de la réutilisation dite **brownfield**, qui se concentre principalement sur des usages industriels pour la zone concernée (Laraia 2019)

Il est également possible de combiner les deux solutions, comme cela a été fait pour plusieurs installations au Royaume-Uni et également à Hanford.

II) Que s'est-il passé après la fermeture ?

En 1989, avec la fermeture des installations, l'Accord tripartite (*Tri-Party Agreement*) a été signé entre : a) le Département de l'Énergie des États-Unis (U.S. DOE), b) l'Agence de Protection de l'Environnement (EPA) et c) le Département de l'Écologie de l'État de Washington. Parmi les objectifs figuraient le nettoyage des sols contaminés et la restauration, dans la mesure du possible, de l'environnement à son état antérieur en l'espace de 30 ans (Jacobs 2017, 118), objectif qui n'a toutefois pas été atteint.

Selon les estimations les plus récentes, ce site est considéré comme le plus contaminé des États-Unis

et aussi le plus coûteux, avec un coût total estimé (livraison du site entre 2086 et 2100) pouvant atteindre 640 milliards de dollars (U.S Government Accountability Office 2023) tandis que seulement pour 2024, au moins 3 milliards de dollars ont été consacrés au nettoyage du site de Hanford — un montant jugé insuffisant (Department of Ecology 2024).

En ce qui concerne les bâtiments, avant les travaux de dépollution, il y avait 2 000 bâtiments contaminés, dont la moitié a été démolie jusqu'à récemment. Pour les installations nucléaires, différentes stratégies sont appliquées : **DECON** (démantèlement immédiat) ou **SAFSTOR** (démantèlement à long terme).

III) Nouvelles utilisations ?

Le 12 novembre 1999, le Département de l'Énergie a publié le célèbre *Hanford Comprehensive Land-Use Plan*, qui modifiait l'Accord tripartite de 1989 et ajoutait de nouveaux objectifs pour la réorganisation du paysage final.

Initialement, la zone était divisée en 9 sous-secteurs, chacun avec une utilisation du sol différente :

- a) **Industrie exclusive** : zone idéale pour le stockage, le traitement et le dépôt de déchets dangereux, radioactifs ou non.
- b) **Usage industriel** : adaptée à tout type d'activité industrielle.
- c) **Usage agricole**.
- d) **Recherche et développement (R&D)**.
- e) **Zones de loisirs intensifs (high recreational activities)** : terrains de golf, parcs d'attractions, sites touristiques.
- f) **Zones de loisirs faibles (low level recreational activities)** : parcs de détente.
- g) **Conservation (minage et pâturage)**.
- h) **Conservation (minage)**.
- i) **Préservation (preservation)** : essentiellement l'extension des refuges pour la faune (U.S Department of Energy 1999).

Hanford's waste cleanup

Cleanup areas of Hanford Site where plutonium was processed for U.S. nuclear weapons.

1 Central plateau: inner area

Includes most of Hanford's active treatment, storage and disposal facilities. This area will be set aside for long-term waste storage and management.

2 Central plateau: outer area

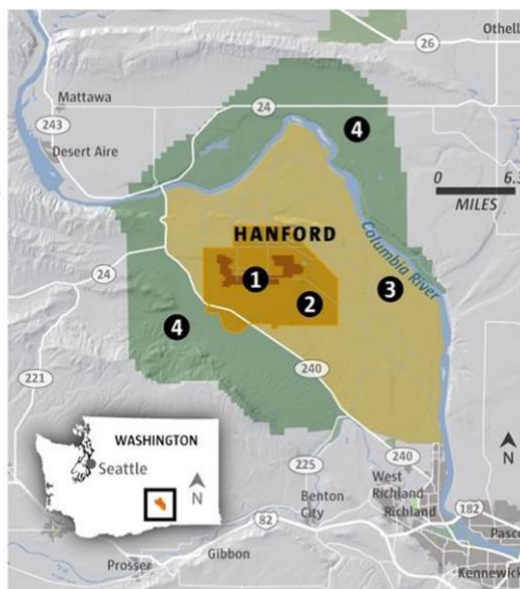
Cleanup work includes removal of contaminated soil and debris with the goal of making the land available for other uses.

3 River corridor

More than 450 billion gallons of liquid waste and cooling water were dumped into the Hanford Site soil. A goal is to make contaminated water clean enough to drink before it is discharged into the Columbia River.

4 Hanford Reach National Monument

More than 300 square miles of stream-side habitat and buffer lands surround the Hanford Site.



Sources: Esri, U.S. Department of Energy MARK NOWLIN / THE SEATTLE TIMES

9) Le plan de la décontamination. Le site s'est bien séparé en quatre zones

Ce plan avait une durée de 50 ans et a depuis été mis à jour (en 2008) et est déjà appliqué par zones.

Un exemple de transition réussie est l'ancienne zone tampon du Hanford, où un écosystème extrêmement riche s'est développé grâce à l'absence d'activité humaine pendant les 70 à 80 dernières années. Plus précisément, les autorités avaient interdit l'accès aux citoyens dans une zone s'étendant sur les deux rives du fleuve Columbia pour des raisons de confidentialité. Là, malgré la pollution causée par les activités radioactives, un écosystème exceptionnel s'est établi sur une superficie de 78 000 acres, qui a été classée National Monument par le président Clinton le 9 juin 2000 et s'appelle le Hanford Reach

National Monument (Tate 2005) abritant 48 espèces menacées. Le refuge de faune sauvage est ouvert pour des visites limitées sur rendez-vous.

Quant à l'usage des bâtiments, l'installation du B-Reactor a été transformée en musée et a obtenu le titre de National Historic Landmark en 2008. Elle est ouverte à la visite, bien que toutes les zones ne soient pas accessibles car certaines émettent de la radioactivité. Le National Historical Park du Hanford Site reçoit environ 15 000 visiteurs par an, sans qu'il soit nécessaire de porter des combinaisons ou de suivre des mesures de sécurité particulières (McGrath et Pasley 2024).



10) Une charte de Hanford Reach Monument.

Source: [Hanford Reach National Monument: White Bluffs North & South Trails – Evans Outdoor Adventures](#)

En ce qui concerne l'usage industriel, deux points méritent d'être soulignés.

Tout d'abord, une partie du Hanford abrite encore des activités nucléaires à usage civil, comme expliqué plus haut²⁰.

Ensuite, en 2024, dans le cadre de la politique du président Biden pour une « énergie propre », l'initiative *Cleanup to Clean Energy* a été lancée, visant à réutiliser les terrains appartenant au Department of Energy des États-Unis. Trois sites ont été sélectionnés : Hanford Site, Waste Isolation Pilot Plant (Nouveau-Mexique) et Savannah River Site.

Pour le Hanford Site, le DOE a conclu un contrat de location (leasing) de 4 000 acres avec la société

Hecate. L'objectif est de construire un parc solaire d'une capacité de production de 2 GW, ainsi que des installations de stockage d'énergie de 2 GW, pour un coût total de 4 milliards de dollars (U.S Department of Energy 2024). L'accord a été officialisé en décembre dernier, les travaux ont déjà commencé et devraient être achevés d'ici 2030, malgré certaines incertitudes liées à la politique de Trump.

Au printemps 2025, aucune suspension n'avait été signalée, et la société assure que, dans tous les cas, l'État fédéral perçoit des revenus grâce à la location, tandis que le futur projet devrait répondre aux besoins des grandes villes ainsi qu'aux data centers autorisés à opérer dans les États du Nord-Ouest (Schneider 2025).

CONCLUSION

Le projet de dépollution du Hanford Site et de sa réutilisation future pourrait servir de modèle pour des installations nucléaires (ou autres) similaires en Europe confrontées à des problèmes comparables. Si un tel projet réussit, malgré les retards et l'énorme coût qui l'accompagnent, il pourrait ouvrir la voie à des initiatives semblables en Europe — en particulier là où existent des sites analogues, comme Sellafield au Royaume-Uni. On pourrait alors envisager une réutilisation postnucléaire, que le pays continue à exploiter l'énergie nucléaire — comme les États-Unis ou le Canada — ou décide de l'abandonner — comme l'Allemagne.

Cependant, il s'agit d'un immense « si ». Aux États-Unis, il existe certes une capacité de financement — étant donné que c'est la plus grande économie mondiale — et une grande responsabilité morale en ce sens. Mais pour d'autres pays (Japon, Ukraine, Russie, etc.), la question reste entière : comment restaurer de telles catastrophes environnementales ?

L'histoire de Hanford est instructive. Elle permet au lecteur de comprendre où peut mener la foi aveugle dans la technocratie et « l'autorité » de la science, lorsque des limites démocratiques ne sont pas

imposées par le peuple. La catastrophe de Hanford s'est produite à une époque de forte censure de l'information (Seconde Guerre mondiale, maccarthysme, etc.) et dans la frénésie des États-Unis à devenir coûte que coûte une superpuissance mondiale. Si ce facteur avait été absent, la catastrophe aurait pu être arrêtée dès les premières années — d'autant plus que les alertes concernant les conséquences d'une gestion inacceptable n'avaient pas manqué dès le départ.

Un autre problème majeur réside dans le modèle de gestion instauré et toujours en vigueur aux États-Unis. Depuis la Seconde Guerre mondiale, on a observé une fusion extrême entre l'État fédéral et le grand capital, créant — pour le dire doucement — des situations monstrueuses, dont l'affaire que nous avons étudiée est un exemple. Une soumission aveugle aux ambitions des grandes entreprises, une bureaucratie incontrôlée dépourvue de sensibilité démocratique, et un modèle corporatif dont le seul critère était la minimisation des coûts. Le modèle GOCO examiné plus haut demeure en vigueur, sous différentes formes, dans la réalité américaine ; aujourd'hui encore, à Hanford, il est responsable du manque de coordination et des blocages entre les entrepreneurs chargés des travaux de dépollution.

Y a-t-il une perspective d'avenir ?

Seul le temps et l'évolution des événements le diront, ainsi que la question de savoir si cet État, avec ce modèle de gestion, continuera à se reproduire...

²⁰ Il s'agit de la **Columbia Generation Power Station**, la partie de l'ancien projet **Whoops** qui a survécu à la faillite de 1982...

BIBLIOGRAPHIE

- Alexander, Charles. «Whoops! A \$2 billion blunder: Washington Public Power Supply System.» *TIME*, 08 08 1983.
- Brown, Kate. *TIME*. 21 01 2015. <https://time.com/3672177/hanford-radioactive-waste-history> (accès le 10 25, 2025).
- Carlisle, Rodney P., et Joan M. Zenzen. *SUPPLYING THE NUCLEAR ARSENAL: PRODUCTION REACTOR TECHNOLOGY, MANAGEMENT, AND POLICY 1942-1992*. Rockville: HISTORY ASSOCIATES INCORPORATED, 1994.
- Church, George. «There Was Death In the Milk.» *TIME Magazine*, 23 July 1990: 28.
- Corps - United States Army Corps of Engineers. *Manhattan District History, Book IV -Pile Project*. Vol. 3. Washington, D.C: University Publications of America, 1947.
- Department of Ecology. *ecology.wa.gov*. 11 03 2024. <https://ecology.wa.gov/about-us/who-we-are/news/2024/mar-11-more-than-3-billion-approved-for-hanford-site-cleanup-a-new-record?> (accès le 07 01, 2025).
- Dietz, Kristen. «Department of Labor's Presentation to the NIOSH Advisory Board.» Washington: U.S Department of Labor, 08 2024.
- Energy Facility Site Evaluation Council. *www.efsec.wa.gov*. 2019. <https://www.efsec.wa.gov/energy-facilities/wnp-1-and-4> (accès le 05 29, 2025).
- Environmental Protection Agency. *epa.gov*. 18 04 2025. <https://www.epa.gov/radiation/radiation-terms-and-units> (accès le 10 25, 2025).
- Foster, Richard F. *Effects of Hanford Reactors on Columbia River and Adjacent Land Areas*. Briefing Paper/Presentation, Richland, WA: Battelle-Northwest Laboratories, 1970.
- Gephart, Roy E. «A short history of waste management at the Hanford Site.» *Physics and Chemistry of the Earth*, 2010: 298-306.
- Gosling, Francis George. *The Manhattan Project: Making the Atomic Bomb*. Washington: U.S Department of Energy, 2010.
- Hanford Downwinders Coalition, Inc. v. Dowdle. CS-93-0245-AAM, CS-93-0290-AAM (United States District Court, E.D. Washington, Spokane, Washington 23 12 1993).
- Harvey, David. *History of the Hanford Site 1943-1990*. Édité par Georganne O'Connor. Richland, WA: Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), 2000.
- Jacobs, Dylane. «Hanford Nuclear Site: Remediating to a Standard Safe for All or Some?» *Seattle Journal of Environmental Law*, 2017: 106-131.
- Laraia, Michele. *Beyond Decommissioning: The Reuse and Redevelopment of Nuclear Installations*. Sawston: Woodhead Publishing, 2019.
- Lichtenstein, Noah D. «The Hanford Nuclear Waste Site: A Legacy of Risk, Cost, and Inefficiency.» *Natural Resources Journal*, 2004: 809-839.
- McGrath, Jenny, et James Pasley. *www.businessinsider.com*. 17 12 2024. <https://www.businessinsider.com/hanford-nuclear-waste-site-photos> (accès le 07 01, 2025).
- Morgan, Karl Z. «Engineering: Radiation Safety: A New Industrial Problem.» *Scientific American*, 1948: 5-8.
- Oldham, Kit. *History Link*. 19 08 2003. <https://www.historylink.org/file/5516> (accès le 10 20, 2025).
- Parshley, Lois. «Cold War, Hot Mess: After decades of mismanaging its nuclear waste, the US Department of Energy wrestles with its toxic legacy.» *Virginia Quarterly Review*, 23 09 2021: 46-71.
- Pope, Daniel. «A Northwest distaste for nuclear power.» *The Seattle Times* (The Seattle Times Company), 07 2008: B9.
- Schneider, Keith. «Most Contaminated U.S. Nuclear Site Is Set to Be the Largest Solar Farm.» Édité par Joseph Kahn. *The New York Times* (The New York Times Company), n° 60.455 (03 2025): B1.
- Szymendera, Scott D. *The Energy Employees Occupational Illness Compensation Program Act (EEOICPA)*. Assessment Report, Washington: Congressional Research Service, 2022, 16.
- Tate, Cassandra. *History Link*. 08 01 2005. https://www.historylink.org/File/7399?utm_ (accès le 07 02, 2025).
- U.S Department of Energy. *www.energy.gov*. 25 07 2024. <https://www.energy.gov/em/articles/doe-announces-cleanup-clean-energy-project-hanford-site?utm> (accès le 07 02, 2025).
- . *www.osti.gov*. 1996. <https://www.osti.gov/opennet/manhattan-project-history/Processes/PlutoniumProduction/hanford-hazard.html> (accès le 2025).
- U.S Department of Energy. «Human Radiation Experiment Associated with U.S Department of Energy and Its Predecessors.» Summary Report, Office of Human Radiation Experiments, Washington, 1995, 201.
- U.S Department of Energy. «Record of Decision: Hanford Comprehensive Land-Use Plan Environmental Impact Statement.» *Federal Register* (Office of the Federal Register (OFR)) 64, n° 218 (11 1999): 61615-61625.
- U.S Government Accountability Office. *Hanford Cleanup: Alternative Approaches Could Save Tens of Billions of Dollars*. Briefing Paper, Washington, DC: GAO, 2023.
- Walker, Samuel J. *The Road to Yucca Mountain: The Development of Radioactive Waste Policy in the United States*. Los Angeles: University of California Press, 2009.
- Williams, Samuel J. *Report of the Safety and Industrial Health Advisory Board*. Assessment Report, Safety and Industrial Health Advisory Board, Washington: Atomic Energy Commission, 1948.

Lecture vivement recommandée

Dictionnaire critique du nucléaire

Thierry Gadault – Journaliste indépendant

EPR de Flamanville, EPR 2, Areva, Creusot-Loire, Hinkley Point, La Hague, changement climatique, EDF, management maltraitant...

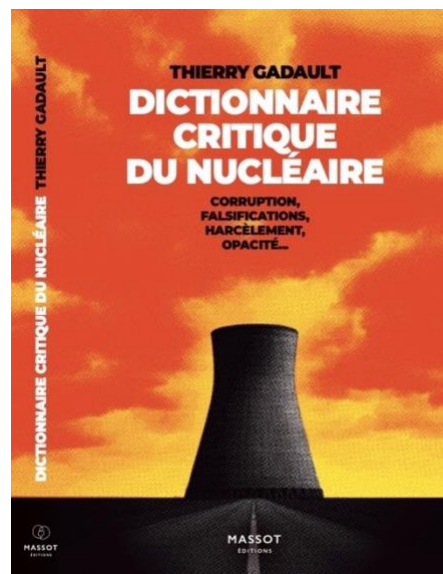
Résultat d'une longue enquête documentée et sourcée dans les coulisses de l'industrie atomique française, ce Dictionnaire critique du nucléaire dévoile tous les problèmes cachés et/ou oubliés d'une énergie présentée abusivement comme un atout pour le pays.

Corruption, falsifications industrielles, mauvaise gestion, mensonges, opacité : cette industrie se croit tout permis, au point même de ne pas se plier à la réglementation de sûreté qu'elle a pourtant co-construite avec son autorité de contrôle. Prenant des risques en poursuivant au-delà du raisonnable l'exploitation de vieux réacteurs, incapable d'en construire de nouveaux en respectant les délais et les coûts, cette industrie participe également au changement climatique par son empreinte désastreuse pour l'environnement.

Une conclusion s'impose : il est temps pour la France de sortir de cette énergie polluante et dangereuse.

Massot éditions - 15 Janvier 2026 (287 pages)

Présentation de Thierry Gadault : après des débuts dans la presse économique (La Tribune, L'Expansion, Le Nouvel Eco), il est devenu journaliste indépendant. Auteur de documentaire, il a écrit plusieurs livres sur l'industrie de la défense (Groupe Lagardère - EADS/Airbus), sur l'industrie électronucléaire (Areva - EDF) et sur d'autres entreprises comme France Telecom et Orange.



NUMEROS DEJA PARUS : <https://www.gazettenucleaire.org/>



La Gazette Nucléaire – Publication trimestrielle
 9 rue du Parana - BP 70412 - 91940 Les Ulis – Courtaboeuf
 Membres fondateurs : Monique et Raymond Sené
 Directeur de la publication : Marc Denis
 Responsable de rédaction : Michel Brun
 Dépôt légal : à date de parution
 ISSN 0153-7431
 Imprimerie : Eurotimbre - 9 rue Charles Michels - 77 400 LAGNY sur MARNE

**BULLETIN D'ADHESION OU DE DON AU GSIEN**

Pour adhérer ou faire un don nous écrire à GSIEN - La Gazette Nucléaire
 9 rue du Parana - BP 70412 - 91940 Les Ulis – Courtaboeuf
 ou nous contacter à contact@gazettenucleaire.org

NOM : (en majuscules)

PRENOM :

ADRESSE :

CODE POSTAL :

VILLE :

Courriel :

Téléphone :

Je souhaite adhérer au GSIEN

oui •

non •

Fonction/titre :

Établissement :

Compétences ou centre d'intérêt :

L'adhésion inclut l'abonnement d'un an à la Gazette

Je souhaite faire un don au GSIEN de

euros

oui •

non •



GSIEN
GROUPEMENT DE SCIENTIFIQUES POUR
L'INFORMATION SUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
 Un groupe de « lanceurs d'alerte » depuis 1975

Le GSIEN est une association loi 1901 qui a été créée suite à « l'appel des 400 » de février 1975, un appel de scientifiques dont 200 physiciens nucléaires. Cet appel "A propos du programme nucléaire français" se concluait sur les phrases suivantes : *"Nous pensons que la politique actuellement menée ne tient compte ni des vrais intérêts de la population ni de ceux des générations futures, et qu'elle qualifie de scientifique un choix politique. Il faut qu'un vrai débat s'instaure et non ce semblant de consultation fait dans la précipitation. Nous appelons la population à refuser l'installation de ces centrales tant qu'elle n'aura pas une claire conscience des risques et des conséquences. Nous appelons les scientifiques (chercheurs, ingénieurs, médecins, professeurs) à soutenir cet appel et à contribuer, par tous les moyens, à éclairer l'opinion."*

Le GSIEN est aussi, en 2023, à l'initiative avec d'autres associations, de *"l'Appel de scientifiques contre un nouveau programme nucléaire"*, signé par plus de 1000 scientifiques : médecins, enseignantes et enseignants, ingénieures et ingénieurs, universitaires et chercheurs.

Voir à : <https://appel-de-scientifiques-contre-un-nouveau-programme-nucleaire.org/>

Les activités du GSIEN

Alors que les nombreux dysfonctionnements l'exploitation des réacteurs et les déboires des EPR montrent **l'absence de mémoire des industriels du nucléaire, depuis 1975, le GSIEN suit et surveille sans discontinuer cette industrie dangereuse.**

Composé de scientifiques, d'experts reconnus, de travailleurs du nucléaire et de militants, le GSIEN s'est doté d'un journal "**La Gazette Nucléaire**" qui a publié plus de 300 numéros et près de 200 dossiers thématiques et édité plusieurs livres. De Three Mile Island (1979) en passant par Tchernobyl (1986) et Fukushima (2011), le GSIEN suit l'actualité de l'industrie nucléaire et intervient régulièrement dans les organismes officiels où il est représenté et répond aux nombreuses demandes du public mais aussi des enseignants, journalistes et associations écologistes. Le GSIEN est notamment engagé auprès de certaines Commissions locales d'informations (CLI) et divers groupes d'expertises.

Le GSIEN possède aussi d'importantes archives qui se sont accumulées depuis 1975 et qui constituent une richesse historique et scientifique. Un projet d'archivage de ce fond est en cours de réalisation.

L'existence d'une expertise scientifique indépendante sur l'utilisation de l'énergie nucléaire est nécessaire pour informer la population, garder un œil critique sur cette filière industrielle et interpeller le pouvoir politique qui veut lancer un nouveau programme nucléaire, sans avoir procédé à un réel bilan des choix passés et des options qui s'offrent aujourd'hui. Plus que jamais, le GSIEN entend poursuivre et renforcer son activité d'information et de critique indépendante grâce au soutien et à la participation d'un plus grand nombre de membres de la communauté scientifique, de chercheurs de toutes disciplines et de militants de terrain.

SOUTENIR LE GSIEN : C'EST IMPORTANT !

<https://gazettenucleaire.org/>



Bulletin d'abonnement

À découper et à renvoyer avec le titre de paiement (CCP ou chèque bancaire) à l'ordre du **GSIEN** :

GSIEN - La Gazette Nucléaire
 9 rue du Parana - BP 70412 - 91940 Les Ulis – Courtaboeuf

Nom : (en majuscules)

Prénom :

Adresse :

Code Postal :

Ville :

Téléphone :

Email :

Je m'abonne à la Gazette Nucléaire :

oui •

non •

(Pour un an : France : 24 € - Étranger : 30 € - Soutien : 30 € ou plus)