

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)

48^{ème} année
INSS 0153-7431
Trimestriel
Décembre 2024

304

Le démantèlement sans fin... des installations nucléaires :

EDITORIAL

DÉMENT TELLEMENT...

Et non, ce n'est pas une faute d'orthographe ou de typo...

Au moment où de nombreuses installations (tant pour la production d'énergie, que pour le cycle du combustible ou pour la recherche) construites au cours des dernières décennies sont arrivées ou vont arriver en fin de vie et devoir être démantelées dans les prochaines années, il est opportun de consacrer une Gazette Nucléaire et d'avoir un regard critique sur ce sujet. D'autant plus opportun que ces opérations de démantèlement vont aussi générer une grande quantité de déchets et que s'exprime actuellement de la part de certains responsables politiques une volonté de relance d'un nouveau programme nucléaire.

Dément tellement, par exemple :

- le coût de démantèlement du réacteur nucléaire français (filiale eau lourde de 70 MWe) de Brennilis (Bretagne) qui va finalement flirter avec le milliard d'euros ; ou encore le coût des démantèlements du réacteur (REP de 305 MWe) de Chooz (Ardennes) pour 600 M€ ou de l'usine Georges BESSE 1 qui progressivement et sûrement devrait tangenter les 2 milliards.
- la quantité de déchets radioactifs à gérer estimée à 226 000 tonnes

(l'équivalent de la masse de 26 tours Eiffel !) pour le démantèlement de l'usine Georges BESSE 1.

- mais aussi le projet de Technocentre en Alsace pour remettre dans le marché les métaux TFA issus des démantèlements en cours ou à venir, alors que des déchets provenant de zones contrôlées (îlots nucléaires) sont déjà recyclés, en toute discrétion.

Bref, pour plagier l'actuel Premier Ministre Michel Barnier, une formidable (au sens premier de l'adjectif) dette environnementale et financière pour les générations futures, encore plus gigantesque si la France poursuit sa fuite en avant dans une politique énergétique largement basée sur le nucléaire ?

Alors que l'État vient de lancer une consultation publique sur la future PPE (Programmation pluriannuelle de l'énergie), comme l'ont récemment écrit Michel Badré et Alain Grandjean dans une tribune du [Monde](#) publié le 06/11/2024, « le dossier de concertation sur la PPE semble comporter beaucoup de non-dits sur des points majeurs » : Prise en compte des hypothèses les plus optimistes envisageables en matière d'allongement de la durée de vie des réacteurs existants, de rythme de lancement de nouveaux

SOMMAIRE

Éditorial

| | |
|-----------------------------------|----|
| Dossier démantèlement | 2 |
| Liste des installations | 5 |
| Réacteurs | 5 |
| Installations de procédé du cycle | 6 |
| Installations de recherche | 7 |
| Stratégies | |
| CEA | 8 |
| ORANO | 9 |
| EDF | 10 |
| Budgets stratégiques | 13 |
| Coûts hypothétiques | 14 |
| CEA | 16 |
| ORANO | 16 |
| EDF | 17 |
| Quelques spécimens | |
| Fessenheim | 20 |
| Réaction à Chooz | 22 |
| Brennilis : la vitrine | 23 |
| Rapsodie, Phénix et Superfuitix | 25 |
| Technocentre (CRIIRAD) | 28 |
| Effet cocktail (AMFPGN) | 28 |
| La triple dépendance (GC) | 29 |
| Piscine La Hague (ACRO) | 30 |

www.gazettenucleaire.org

Email :

contact@gazettenucleaire.org

Abonnement, courrier, soutien :
GSIEN – 2 Allée François Villon
91400 ORSAY

réacteurs... ; coût non actualisé des éventuels futurs EPR2... Et d'ajouter : « D'autres investissements, chiffrables pour chacun en milliards d'euros, doivent être intégrés : le renouvellement des installations d'entreposage centralisées des combustibles usés et de fabrication du combustible MOX, en fin de vie d'ici à 2040, l'extension des installations de stockage des déchets ultimes et la capacité de réenrichissement en France de l'uranium de retraitement, actuellement sous contrôle de la Russie ».

Enfin pour conclure cet édito : en l'absence d'information, comment ne pas s'inquiéter des difficultés qui semblent être rencontrées au cours des opérations de divergence de l'EPR FA3 de Flamanville. Mais aussi comment ne pas s'interroger sur la nomination de l'ancien responsable de l'ANDRA (en charge du dossier de demande d'autorisation de création de CIGEO) à la Présidence de la future ASN qui aura à valider cette demande d'autorisation. Comment ne pas s'inquiéter enfin sur la consultation concernant la décision ASN

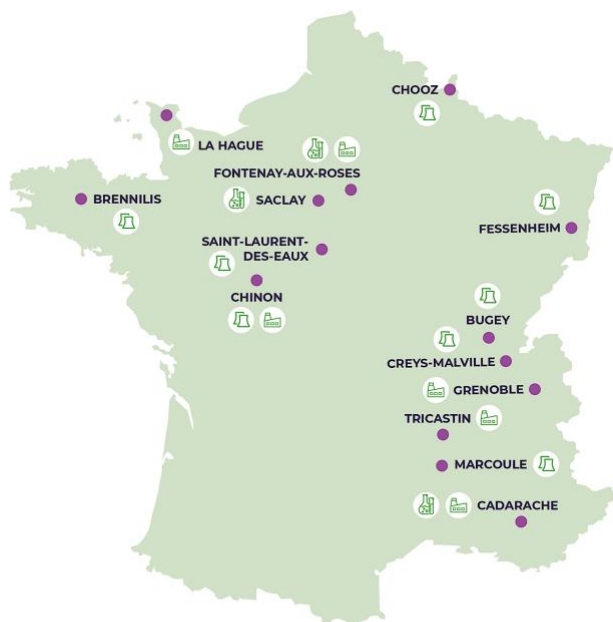
relative aux Orientations de la phase générique du cinquième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe d'EDF (RP5-900) ouvrant la voie à une prolongation de leur exploitation au-delà de leur 50^{ème} année de fonctionnement, consultation pour laquelle le GSIEN a déposé une contribution sur le site de l'[ASN](#).

Marc DENIS – Président
Monique SENE – Présidente honoraire

Le démantèlement "tranquillement durable" des installations nucléaires

Beaucoup d'Installations nucléaires de base (INB) sont en démantèlement en France et beaucoup d'autres seront à démanteler dans les décennies à venir. De petites installations ont certes été déclassées de la liste des INB avec toutefois des restrictions d'usage applicables aux sites et sols contaminés pour certaines d'entre-elle (Cf. page 7). Le retour à l'herbe n'est pas forcément réalisable à l'issue du démantèlement complet.

La stratégie de démantèlement immédiat, pourtant inscrite dans la loi, se heurte aux contraintes budgétaires des exploitants pour les grosses installations. Les coûts associés aux démantèlements explosent. Les délais de réalisation s'étirent à n'en plus finir avec, pour certaines INB, des prévisions de déclasserement au siècle prochain...



Carte des installations définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement

[Source, ASN](#)

Notion de « démantèlement » avec un « Dossier pédagogique » de l'ASN

« Le terme de démantèlement couvre l'ensemble des activités, techniques et administratives, réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire, afin d'atteindre un état final prédéfini où la totalité des substances

Communiqué de presse (imaginaire) d'EDF

Ralentissement du processus de déconstruction des centrales de première génération.

En allongeant la durée de déconstruction des centrales sur plus d'un siècle, l'entreprise prouve son incapacité à gérer efficacement l'ensemble de la chaîne nucléaire. Avec ce nouveau programme, l'entreprise démontre son inaptitude technique à mener les opérations de déconstruction et à gérer les déchets associés.

Le Groupe EDF tient à remercier les générations futures qui auront à assurer le fardeau de la déconstruction de nos (très) chers réacteurs

dangereuses et radioactives a été évacuée de l'installation ».

« À la fin de l'année 2023, 36 installations sont définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement en France, soit environ un quart des INB [Installation nucléaire de base]. Ces installations sont très variées (réacteurs électronucléaires, réacteurs de recherche, installations du « cycle du combustible », installations support, etc.) et les enjeux du démantèlement diffèrent d'une installation à l'autre. Ces enjeux sont cependant tous liés à la quantité importante de déchets à gérer pendant le démantèlement et aux conditions d'intervention au plus près de zones contaminées ou activées » [[ASN, Dossier pédagogique](#)].

Dresser une liste des installations à la retraite n'est pas aisé. Si l'ASN en dénombre 36 à fin-2023, l'État indiquait

en 2020 que « 51 installations nucléaires civiles [était] actuellement à l'arrêt en France (36 du CEA, 9 d'EDF et 6 d'Orano) », sans compter les deux tranches de Fessenheim [[Rapport ministériel, mars 2020](#)].

De son côté, l'IRSN présente une carte de France interactive avec la liste des INB arrêtées définitivement, en démantèlement et déclassées :

- « **Réacteurs de production d'électricité (10)** ;
- **Usines de procédés du cycle du combustible (22)** ;
- **Réacteurs et installations de recherche (27)** », soit 59 installations au total mais certaines ont été déclassées de la liste des INB [[IRSN – umap](#)].

Nous tenterons d'y voir plus clair un peu plus loin dans cette Gazette.

Les installations nucléaires sont très disparates tant en termes de dimensions que d'activités radioactives résiduelles. Ces disparités vont avoir un fort impact sur la gestion des déchets, les charges financières et les durées de démantèlement. Il n'y rien de comparable entre démanteler le réacteur expérimental Ulysse (CEA - Saclay), l'usine George Besse 1 (ex Eurodif - Tricastin) qui assurait l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse ou un réacteur EDF de première génération de type UNGG (Uranium naturel graphite-gaz).

Définitivement arrêté en 2007, « Ulysse a été déclassé en 2022 » [[ASN, 16/05/24](#)] : ce petit réacteur expérimental de 0,1 MWth implanté à Saclay n'est plus une installation nucléaire.

Son démantèlement complet a généré « 226 tonnes de déchets » radioactifs (TFA) [[Orano, 22/06/20](#)].

Pour le démantèlement de l'usine Eurodif, ce sont « 260 000 tonnes de ferrailles contaminées » qu'il va falloir gérer, soit l'équivalent de la masse de 26 tours Eiffel... radioactives [[CEA, 2011](#)].

Mise à l'arrêt en 2012, un rapport ministériel (mars 2020) indique que le démantèlement d'Eurodif « devrait prendre une trentaine d'années et s'achever vers 2050 » [[economie.gouv.fr](#)] avec une prévision de déclassement en « 2052 » selon la Cour des comptes [[CComptes, 2020](#)].

Des défis technologiques (et financiers) restent à surmonter pour démanteler les cœurs des réacteurs de la filière UNGG : dans les années 1970, les "experts" nous expliquaient que des robots seraient mis au point avant la

fin de leur exploitation pour les démanteler. Trente années après l'arrêt définitif du dernier réacteur de cette filière (Bugey 1), les robots sont toujours à l'étude...

Un rapport d'audit sur les installations à l'arrêt d'EDF diffusé par le gouvernement en 2021 souligne la « *Problématique des travaux de démantèlement en téléopération* » : « Les échanges entre experts et l'exploitation du retour d'expérience national et international montrent que l'utilisation industrielle de ces technologies n'est pas mûre à date, lorsqu'elles sont appliquées aux opérations non-répétitives, dans un environnement non totalement défini et changeant au cours des opérations comme le démantèlement ou la reprise de déchets. L'étude bibliographique et le retour d'expérience montre en particulier une faible fiabilité et la nécessité d'une maintenance très fréquente des outils, conduisant à des taux de disponibilité limités et par conséquent des productivités totales limitées » [[Rapport d'audit, 2021](#)].

Comme l'indique EDF dans un « *Résumé non technique* » (2019) disponible sur le site de l'ASN, le démantèlement de la filière UNGG s'étendra au-delà de 2100... s'il n'y a pas d'aléas (Cf. planning prévisionnel en bas de page).

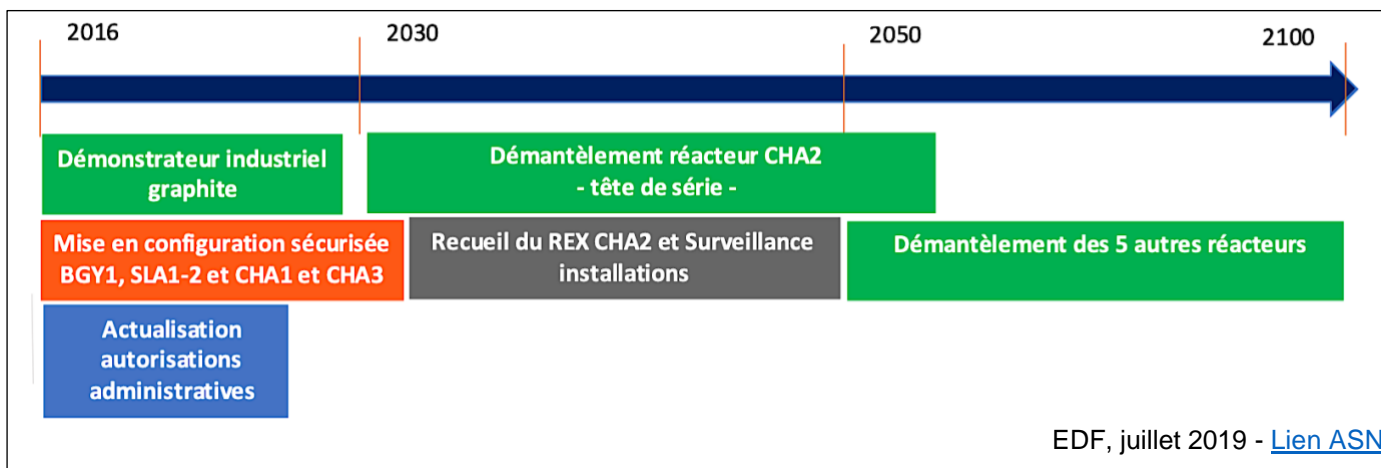
En 2016, EDF présentait pourtant à l'ANCCLI sa « *Stratégie de déconstruction* » avec « Deux objectifs :

- ne pas reporter sur les générations futures le poids des opérations de déconstruction,
- s'appuyer sur l'expérience des salariés ayant participé à l'exploitation des centrales concernées » [[ANCCLI/EDF, avril 2016](#)].

Étapes de démantèlement

« Dès lors qu'une INB est définitivement arrêtée, celle-ci change de vocation : le décret d'autorisation de création spécifie en effet les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations de démantèlement impliquent une évolution des risques présentés par l'installation. Par conséquent, ces opérations ne peuvent être réalisées dans le cadre fixé par le décret d'autorisation de création.

Conformément aux dispositions de l'article L. 593-28 du code l'environnement, le démantèlement d'une installation nucléaire de base est prescrit par un nouveau décret, pris après avis de l'ASN. **Ce décret fixe, entre autres, les principales étapes du démantèlement, la date de fin du démantèlement et l'état final à atteindre** ».



« La phase de démantèlement, succédant à l'arrêt définitif de l'installation [est] encadrée par le décret de démantèlement (DEM) » [[ASN, Dossier pédagogique](#)].

Dans un dossier de presse sur « **La déconstruction des centrales nucléaires de première génération** » (octobre 2007), EDF listait les différentes phases succédant à l'arrêt définitif d'un réacteur nucléaire. Ces trois phases correspondent aux Niveaux de démantèlement définis par l'AIEA en 1980.

« Des opérations en trois étapes-clés

La durée et la complexité des opérations de déconstruction peuvent varier d'une installation nucléaire à l'autre, en fonction de la nature des opérations à réaliser.

• La mise à l'arrêt définitif (phase 1)

La première phase comprend le déchargement du combustible, la vidange de tous les circuits (99,9 % de la radioactivité présente sur le site est **éliminée**), puis la mise à l'arrêt définitif (démontage d'installations non-nucléaires définitivement mises hors service).

• Le démantèlement partiel (phase 2)

La seconde phase comprend le démontage des équipements et de tous les bâtiments (à l'exception du bâtiment réacteur), le conditionnement et l'évacuation de l'ensemble des déchets vers les centres de stockage agréés et la mise sous surveillance du bâtiment réacteur.

Ces deux premières phases de déconstruction sont effectuées au cours des **10 années** qui suivent l'arrêt de la production d'électricité.

Une période d'attente peut s'avérer nécessaire à l'issue de ces premières phases pour permettre la décroissance radioactive des matériaux irradiés restant dans le bâtiment réacteur.

• Le démantèlement total (phase 3)

Cette dernière phase comprend le démontage complet du bâtiment réacteur, ainsi que des matériaux et équipements encore radioactifs et l'évacuation des déchets générés.

Elle dure **environ 10 ans**.

A l'issue de cette troisième phase, la surveillance du site n'est plus nécessaire ; il peut être réutilisé » [[EDF, octobre 2007](#) – Document d'archive du GSIEN consultable sur le site *International panel on fissile materials (IPFM)*].

En 2007, 22 années après l'arrêt définitif des réacteurs de Brennilis et Chinon A2, EDF affirme que le temps nécessaire au démantèlement d'une centrale nucléaire de première génération est estimé à environ 20 ans (2x10 ans). Lorsqu'une INB est démantelée, ce n'est pas pour autant que le site peut être réutilisé. En effet, il faut qu'il ait été au préalable **déclassé** :

« Décision de déclassement

Le déclassement consiste à retirer une installation de la liste des INB, ce qui suppose que l'installation n'est plus, dès lors, soumise au régime juridique et administratif des INB. Le déclassement a lieu après la fin des opérations de démantèlement, sur la base d'un dossier présentant l'état final de l'installation. En tant que de besoin, des restrictions d'usage peuvent être instaurées si certaines pollutions n'ont pas pu être retirées. La mission de l'ASN s'arrête » [[ASN, Dossier pédagogique](#)].

Lors d'un « Petit déjeuner de presse » (juin 2006), le CEA faisait le point sur « L'assainissement et le démantèlement

au CEA » : « **Assainissement – démantèlement : de quoi s'agit-il ?**

Les installations nucléaires ont une durée d'exploitation limitée: la fin de vie d'une installation nucléaire peut être entraînée par l'achèvement des programmes expérimentaux prévus dans l'installation, l'obsolescence des matériels et procédés, des considérations d'ordre économique (optimisation de moyens, coût de maintenance) ou de sûreté et sécurité (évolution de la réglementation).

A l'issue de leur période d'exploitation, les installations nucléaires de base (INB) font l'objet d'opérations d'assainissement et de transformations qui permettront leur arrêt définitif puis leur démantèlement.

En ce qui concerne le CEA, la variété des recherches conduit à des installations pour la plupart « uniques » dans leur principe. En pratique, la présence de radioactivité est donc différente d'un type d'installation à l'autre :

- Dans un réacteur nucléaire, elle est majoritairement contenue dans les éléments combustibles, et dans une moindre mesure, dans les structures proches du cœur soumises à l'activation neutronique.
- Dans un laboratoire, elle est contenue dans des boîtes à gants ou des enceintes protégées de dimensions modestes.
- Dans une usine de retraitement, elle est présente dans des dizaines voire des centaines de kilomètres de tuyauterie et de multiples cuves.
- Dans un accélérateur, la seule radioactivité qui subsiste est celle de l'activation des structures proches du faisceau.

L'assainissement et le démantèlement d'une installation répondent à des objectifs différents et requièrent des techniques spécifiques.

Élimination de la radioactivité versus dispersion et dissimulation

La radioactivité ne s'élimine pas. On peut la cacher dans des centres d'entreposage ou de stockage nucléaires, on peut en rejeter dans l'environnement et, si elle disparaît alors comme par magie du bilan déchets de l'installation, c'est pour être dispersée dans la nature. On réussit même, en toute discrétion, à en disséminer dans les déchets conventionnels.

Seul le temps permet une diminution progressive de la radioactivité, plus ou moins significative à l'échelle humaine, en fonction de la période radioactive des isotopes présents dans les déchets ou les rejets radioactifs.

Tiré du glossaire du *Guide d'élaboration des études déchets nucléaires* publié en 2001 par l'ASN :

« **ÉLIMINATION** (loi du 15/07/1975) l'élimination des déchets comporte les opérations de collecte, transport, stockage, tri et traitements nécessaires à la récupération des éléments et matériaux réutilisables ». L'ASN fait aussi référence aux « **dépôts ou au rejet dans le milieu naturel** (...) dans des conditions propres à éviter les nuisances » [ASN, 4/09/01 - Lien [AIEA](#)].

L'assainissement consiste à éliminer :

- les substances dangereuses : matières radioactives, produits chimiques ;
- les équipements légers : mobilier de laboratoire, petites boîtes à gants, appareils d'analyse - la radioactivité sur certaines parties ou certains équipements de l'installation ;

Le démantèlement consiste à :

- démonter et évacuer les gros équipements ;
- éliminer la radioactivité dans tous les locaux de l'installation - éventuellement reconverter tout ou partie de l'installation.

Dans les deux cas, les déchets radioactifs issus des opérations sont acheminés vers les filières d'évacuation de l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) », quand elles existent... [CEA, 6/06/2006 - Document d'archive du GSIEN consultable sur le site de l'[AIEA](#)].

Contexte réglementaire – Infos de l'ASN lors du Séminaire ANCCLI du 16 juin 2014.

« Avant 1990 : pas de réglementation spécifique au démantèlement.

En 1990, modification du décret du 11 décembre 1963 :

- Les phases du démantèlement sont considérées comme des modifications des INB ;
- Aboutir à un déclassement peut nécessiter plusieurs décrets.

2006, loi « Transparence et sécurité nucléaire » et loi « déchets » :

- Un seul décret couvrant l'ensemble du projet de démantèlement ;
- Procédure dédiée, avec enquête publique systématique ;
- Sécurisation du financement des charges de démantèlement.

2007, Décret relatif aux INB n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié :

- Article 37 : dossier de demande de MAD DEM [Mise à l'arrêt définitif Démantèlement] ;
- Article 40 : déclassement » [[ANCCLI, 16/06/14](#)].

Listes des Installations nucléaires mises à l'arrêt définitif ou en démantèlement à fin 2024

Dans cette page et les deux suivantes, nous avons listé les INB concernées par types d'installation :

- Les réacteurs de production d'électricité (14) ;
- Les usines de procédés du cycle du combustible (20) ;
- Les réacteurs et installations de recherche (15).

Nous avons dénombré 49 installations nucléaires au total : 28 au CEA, 14 à EDF, 6 à ORANO et 1 à l'ANDRA.

Les dates de fin de démantèlement ne sont que des objectifs susceptibles d'évolutions.

Il y a un grand écart entre les pronostics initiaux et les objectifs affichés à ce jour.

Tableau 1 - Réacteurs de production d'électricité en démantèlement ou mis à l'arrêt définitif

| Nom | Filière | P (MWth) | N° INB | Exploitant | | Années | | | | DEM à fin 2024 |
|------------------------|---------|----------|------------------|------------------------|--------|--------|-------|-------------------|-----------|----------------|
| | | | | Historique | Actuel | MSI | Arrêt | Décret | Fin DEM | |
| G2 (Marcoule) | UNGG | 200 | / | CEA | CEA | 1959 | 1980 | 1986 | 2090 | Niveau 2 |
| G3 (Marcoule) | | 200 | / | | | 1960 | 1984 | | | |
| Chinon A1 | | 300 | 133 (ex 5) | EDF | EDF | 1964 | 1973 | 1982 ^b | 2085 | Niveau 2 |
| Chinon A2 | | 865 | 153 (ex 6) | | | 1965 | 1985 | 1991 ^b | 2061 | |
| Chinon A3 | | 1360 | 161 (ex 7) | | | 1966 | 1990 | 2010 | 2088 | En cours |
| Chooz A | REP | 1040 | 163 ^a | SENA | EDF | 1967 | 1991 | 2007 | 2035 | En cours |
| Brennilis (EL4) | EL | 250 | 162 (ex 28) | CEA (50%) EDF (50%) | EDF | 1968 | 1985 | 2023 ^c | 2040/2041 | En cours |
| St Laurent A1 | UNGG | 1662 | 46 | EDF | EDF | 1969 | 1990 | 2010 | 2105 | En cours |
| St Laurent A2 | | 1801 | | | | 1971 | 1992 | | 2094 | |
| Bugey 1 | | 1920 | 45 | EDF | EDF | 1972 | 1994 | 2008 | 2091 | En cours |
| Phénix | RNR | 536 | 71 | CEA (80%) EDF (20%) | CEA | 1974 | 2009 | 2016 | 2050 | En cours |
| Fessenheim 1 | REP | 2785 | 75 | EDF | EDF | 1978 | 2020 | / | / | MAD |
| Fessenheim 2 | | 2785 | | | | 1978 | 2020 | / | / | |
| Superphénix | RNR | 3000 | 91 | NERSA | EDF | 1986 | 1998 | 2006 | 2034 | En cours |

a : la centrale de Chooz A regroupait les INB n° 1 (réacteur et circuits auxiliaires), n° 2 (station de traitement des effluents radioactifs) et n° 3 (bâtiment de stockage de combustible).

b : décret de démantèlement partiel (Niveau 2).

c : le 1^{er} décret de démantèlement (n°2006-147) a été annulé par le Conseil d'État le 6 juin 2007. En 2011, parution du décret de démantèlement partiel et en 2023 celui de démantèlement complet.

Légende

INB : Installation nucléaire de base

MSI : Mise en service industrielle

DEM : démantèlement

MAD : phase de Mise à l'arrêt définitif

UNGG : Uranium naturel graphite gaz

EL : Eau lourde

REP : Réacteur à eau sous pression (PWR)

RNR : Réacteur à neutrons rapides (refroidi au sodium)

SENA : Société d'énergie nucléaire franco-belge des Ardennes (EDF et groupement d'électriciens belges)

NERSA : EDF, l'Italien ENEL et l'Allemand SBK

Principales sources utilisées dans les tableaux 1, 2 et 3

Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en [2020](#), [2022](#) et [2023](#)

[Décision](#) CODEP-CLG-2024-001881 du président de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 janvier 2024 établissant la liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2023.

[IRSN](#) - Installations nucléaires en démantèlement en France (voir mini-carte [ci-contre](#)).

[AIEA](#) - Power reactor information system (PRIS).

[Rapport n° 371](#) du Sénat sur l'arrêt et le démantèlement des installations nucléaires civiles (2020)

[CComptes 2020](#) - Cour des comptes - L'arrêt et le démantèlement des installations nucléaires - Février 2020

[EDF](#) - Comptes consolidés au 31 décembre 2023

Légifrance - <https://www.legifrance.gouv.fr/>

[IGEDD](#) - Inspection générale de l'environnement et du développement durable

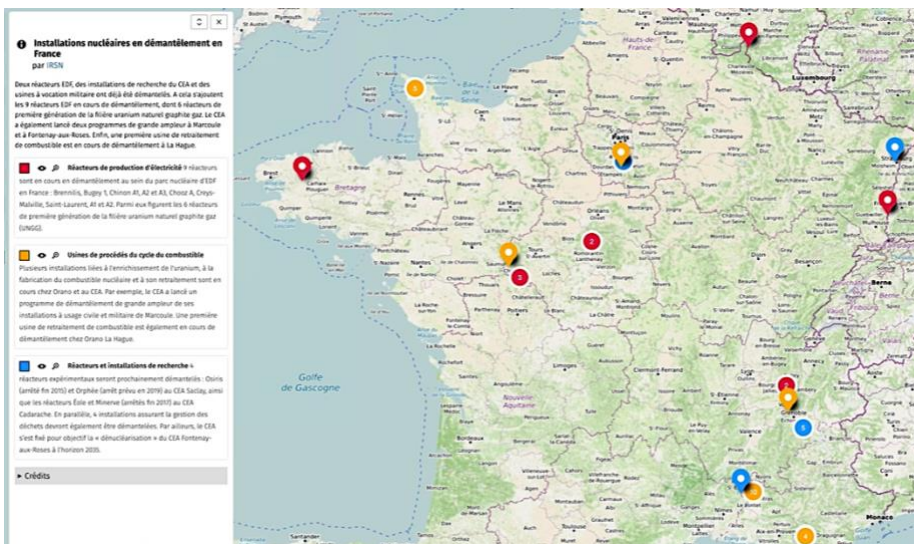


Tableau 2 - Installations de procédés du cycle du combustible en démantèlement ou mises à l'arrêt définitif

| Dénomination | N° INB | Exploitant (Dpt) | Années | | | | DEM à fin 2024 | |
|-----------------------------|--|------------------|------------------------|-------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------|
| | | | MSI | Arrêt | Décret | Fin DEM | | |
| CSM | Centre de stockage de la Manche | 66 | Andra (50) | 1969 | 1994 | 2003 | ? | Fermeture en cours |
| ATPu | Atelier technologie du plutonium | 32 | CEA Cadarache (13) | 1962 | 2003 | 2009 | 2040 | En cours |
| ATUe | Atelier d'uranium enrichi | 52 | | 1964 | 1996 | 2006/2021 | 2037 | En cours |
| LPC | Laboratoire de purification chimique | 54 | | 1966 | 2003 | 2009 | / | En cours |
| MCMF | Magasin central des matières fissiles | 53 | | 1968 | 2017 | 2024 | 2033 | A réaliser |
| APM | Atelier pilote de Marcoule | INBS | CEA Marcoule (30) | 1962 | 1998 | Absence de décret | 2036 | En cours |
| G1 | Réacteur plutonigène Graphite 1 (2 MWth) | | | 1956 | 1968 | | 2050 ou 2090 | Niveau 2 |
| UP1 | Usine d'extraction du plutonium | | | 1958 | 1998 | | 2040 | En cours |
| Célestin 1 | Réacteurs tritigènes à eau lourde (2x200 MWth) | | | 1967 | 2009 | | 2050 | En cours |
| Célestin 2 | | | | 1968 | 2009 | | | |
| UDG | Usines de diffusion gazeuse | INBS | CEA Pierrelatte (26) | 1964 | 1996 | Absence de décret | 2051 | En cours |
| AMI | Atelier des matériaux irradiés | 94 | EDF (37) | 1964 | 2015 | 2020 | / | En cours |
| BCOT | Base chaude opérationnelle | 157 | EDF (84) | 2000 | 2017 | 2023 | 2031 | En cours |
| Silos de St Laurent | Entreposage de chemises de graphite irradiées | 74 | EDF (41) | 1971 | 2022 ^a | 2022 ^b | / | A réaliser |
| AT1 - STE2 | Atelier de traitement des combustibles nucléaires oxyde - Station de traitement des effluents et déchets solides | 38 | Orano La Hague (50) | 1969 | 2004 | 2013 ^c | 2043 | En cours |
| Elan IIB | Atelier de fabrication de sources de ¹³⁷ Cs et de ⁹⁰ Sr | 47 | | 1970 | 1973 | 2013 | / | En cours |
| HAO | Atelier Haute activité oxyde | 80 | | 1976 | 2004 | 2009 | 2050 | En cours |
| UP2-400 | Usine d'extraction du plutonium - Capacité 400 t/an | 33 | | 1964 | 2004 | 2013 ^c | 2050 | En cours |
| Comurhex | Conversion métal uranium hexafluorure | 105 | Orano Pierrelatte (26) | 1971 | 2000 | 2019 | 2034 | En cours |
| Usine George-Besse 1 | Usine de séparation des isotopes de l'uranium par diffusion gazeuse (ex-EURODIF) | 93 | | 1979 | 2012 | 2020 ^c | 2052 | En cours |

? : « le CSM est réglementairement en phase de démantèlement (opérations préalables à sa fermeture) jusqu'à la fin de la mise en place de la couverture pérenne. Une décision de l'ASN précisera la date de fermeture du stockage (passage en phase de surveillance), ainsi que la durée minimale de la phase de surveillance » ([ASN](#)).

a : 2002 est la date d'arrêt définitif officielle. L'arrivée des dernières chemises de graphite a eu lieu en 1994.

b : dossier de démantèlement déposé en [2022](#)

c : décret de démantèlement partiel

Le réacteur G1, « principalement dédiés aux besoins de la défense nationale » pour la production de plutonium est emblématique de la dérive des perspectives de fin de démantèlement. « **Après avoir envisagé une fin des opérations au mieux avant 2030 (...), le CEA n'envisage**

plus de finir le démantèlement avant l'horizon 2090. Ces opérations dépendent, selon le CEA, de la mise en service de l'installation de stockage des déchets FA-VL et d'un retour d'expérience suffisant des réacteurs UNGG d'EDF » [[Rapport n° 371, 2020](#)].

Tableau 3 - CEA - Réacteurs et installations de recherche à l'arrêt et/ou en démantèlement

| Dénomination | N° INB | Lieu (Dpt) | Années | | | | DEM à fin 2024 | |
|---------------------|--|------------|-------------------------|-------|--------|----------------------------------|---------------------------|----------------|
| | | | MSI | Arrêt | Décret | Fin DEM | | |
| Masurca | Maquette de surgénérateur de Cadarache (5 kWth) | 39 | Cadarache (13) | 1966 | 2018 | 2025 ^a | 2041 | A réaliser |
| Entreposage déchets | Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides | 56 | | 1969 | 2023 | / | / | A réaliser |
| Éole | Réacteur d'essais dit « maquette critique » (1 kWth) | 42 | | 1965 | 2007 | 2023 | > 2041 | En cours |
| Minerve | Réacteur d'essais dit « maquette critique » (100 Wth) | 95 | | 1977 | 1996 | | | |
| Pégase - Cascad | Réacteur et entreposage à sec de combustibles irradiés | 22 | | 1964 | 2017 | / | 2065 | A réaliser |
| Phébus | Réacteur de recherche sur la fusion d'un REP (40 MWth) | 92 | | 1978 | 2017 | 2024 | 2056 | En préparation |
| Rapsodie | Réacteur de recherche RNR-Na (40 MWth) | 25 | | 1965 | 1983 | 2021^b | 2050 | En cours |
| STE | Station de traitement des effluents (ex INB 37) | 37-B | | 1964 | 2013 | / | 2120 | A réaliser |
| PROCEDÉ | Installations de recherche (ex INB 57 et 59) | 165 | Fontenay-aux-Roses (92) | <1964 | 2006 | 2006 | 2057 | En cours |
| SUPPORT | Installation de traitement d'effluents et d'entreposage de déchets (ex INB 34, 57 et 73) | 166 | | 1971 | 2006 | 2006 | 2057 | En cours |
| LHA | Laboratoire de haute activité | 49 | CEA Saclay (91) | 1954 | 1996 | 2008 | 2028 | En cours |
| Orphée | Réacteur expérimental à Eau lourde (14 MWth) | 101 | | 1980 | 2019 | 2023 ^c | / | A réaliser |
| Osiris | Réacteur expérimental à eau légère (70 MWth) | 40 | | 1966 | 2015 | 2023 ^d | / | A réaliser |
| Isis | Réacteur expérimental à eau légère (700 kWth) | | | 1965 | 2019 | | | |
| ZGDS | Zone de gestion des déchets radioactifs solides | 72 | | 1971 | 2017 | 2022 | 2053 | En cours |

a : décret de démantèlement prévu en [2025](#)
b : décret de démantèlement partiel
c : dossier de démantèlement déposé en [2023](#)
d : dossier de démantèlement déposé fin [2023](#)

Installations déclassées

Pile expérimentale à Eau lourde (EL)

A Saclay, deux réacteurs ont été retirés de la liste des INB bien qu'ils n'aient atteint que le niveau 2 de démantèlement. D'après le « *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2023* », les installations EL2 (ex INB n° 13 – 2,8 MWth) et EL3 (ex INB n° 14 – 18 MWth) sont « *partiellement démantelées* », avec les « *parties restantes confinées* ». Elles sont classées en « **ICPE** », Installations classées pour la protection de l'environnement. Aujourd'hui, elles « **ne sont pas complètement démantelées, en l'absence d'une filière pour les déchets FA-VL. Leur déclasserement d'INB en ICPE dans les années 1980, conforme à la réglementation de l'époque, ne pourrait pas être pratiqué aujourd'hui** » [[Rapport ASN, 2023](#)].

Le réacteur Triton (ex INB n° 13 – 6,5 MWth) qui était implanté sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses est complètement démantelé, retiré de la liste des INB mais aujourd'hui classé en ICPE.

Deux autres réacteurs ont été entièrement démantelés et retirés de la liste des INB mais ils font l'objet de Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'État (RUCPE). Il s'agit des réacteurs Siloette (ex INB n° 21 – 100 kWth) et Siloé (ex INB n° 20 – 35 MWth) qui étaient installés sur le site CEA de Grenoble.

La libération inconditionnelle des sites démantelés n'est pas acquise. Certaines installations, bien que retirées de la liste des INB, restent toutefois assujetties à des restrictions d'usage applicables aux sites et sols contaminés. Le déclasserement d'une INB ne signifie pas forcément le retour à l'herbe. Explication avec la SFEN : « *En matière d'état final à l'issue du démantèlement, on distingue le « green field » (ou retour à l'herbe qui libère le terrain pour toute activité ultérieure) et le « brown field » qui permet une réutilisation industrielle (mais pas nécessairement nucléaire) assortie de restrictions d'usages (publiques ou industrielles)* » [[SFEN, 2021](#)].

Stratégies de démantèlement ou stratégies budgétaires ?

Démantèlement « immédiat », du principe à la réalité...

En 2012, l'optimisme est de mise à l'IRSN : « Depuis quelques années, les exploitants (EDF, CEA, AREVA) se sont engagés dans de vastes programmes de démantèlement, privilégiant un démantèlement immédiat, qui devraient aboutir, d'ici les années 2025, au déclassement d'environ quarante installations nucléaires de base » [[IRSN, 21/05/12](#)].

Le principe est même inscrit dans la « Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte » : « Lorsque le fonctionnement d'une installation nucléaire de base ou d'une partie d'une telle installation est arrêté définitivement, son exploitant procède à son démantèlement dans un délai aussi court que possible, dans des conditions économiquement acceptables » [[legifrance.gouv.fr](#)].

CEA - Une stratégie pilotée par le budget

Au CEA, début 2015, « On privilégie le démantèlement immédiat des installations, chaque fois que c'est réalisable, afin de diminuer les risques liés à la radioactivité et de bénéficier des connaissances du personnel d'exploitation. Cela permet aussi d'éviter des coûts liés à la surveillance prolongée de l'installation. Cette stratégie de démantèlement immédiat est recommandée par l'ASN et par l'AIEA (Agence internationale de l'énergie atomique).

Pour autant, les chantiers de démantèlement peuvent durer plusieurs années, selon la taille et la complexité des structures à démanteler, et selon leur niveau de radioactivité » [[CEA, 5/02/15](#)].

Ainsi à ce jour, la stratégie de démantèlement des installations nucléaires de base secrète n'a jamais fait l'objet d'une évaluation globale et l'évaluation de la stratégie de démantèlement des INB est obsolète. Par ailleurs, plusieurs éléments nous conduisent à considérer qu'une telle évaluation est non seulement nécessaire mais particulièrement importante et devant prendre en compte la totalité de vos installations (INB et INBS). En effet, jusque vers la fin des années 2000, la politique affichée du CEA en matière de démantèlement consistait à entamer l'ensemble des opérations de démantèlement des INB et des installations individuelles d'INBS en même temps et dès l'arrêt des installations, en ayant la volonté de les conduire en parallèle jusqu'à leur terme. Dès le début des années 2010, vous avez considéré que la situation budgétaire du CEA ne vous permettait plus de poursuivre cette politique.

Le retour d'expérience 2010-2015 nous conduit aussi à constater les éléments suivants.

Concernant les INB :

- le report régulier de la remise de dossiers de demande d'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de certaines installations arrêtées,
- les dérives importantes constatées dans les échéances initialement prévues des différents programmes de démantèlement (INB de Fontenay-aux-Roses, ATUe à Cadarache),
- le nombre important d'installations dont le dossier de demande d'autorisation de démantèlement est attendu dans les prochaines années (Saclay : ZGDS, OSIRIS, ORPHEE ; Fontenay-aux-Roses : PROCEDE, SUPPORT ; Cadarache : STE, PEGASE, EOLE, le Parc, MINERVE, MCMF, LEFCA, PHEBUS).

Concernant les INBS et en particulier l'INBS de Marcoule :

- le report du démantèlement de l'APM de plus de 10 ans, alors que cette installation datant de la fin des années 50 n'a pas été dimensionnée aux normes actuelles de sûreté et contient des termes sources mobilisables importants,
- le report de la reprise et du conditionnement des déchets anciens après l'achèvement du démantèlement des usines de première génération alors que le périmètre considéré inclut des installations datant des années 60 (dégainage mécanique G1, dégainage G2/G3, casemates) présentant des lacunes de sûreté significatives en fonctionnement normal et susceptibles d'entraîner des conséquences notables dans l'environnement en cas de séisme et/ou d'aléa extrême,
- le report de 5 à plus de 10 ans de la majorité des projets d'installations neuves ou équipements de l'INBS (...)

Mi-2015, un courrier de l'ASN adressé à l'administrateur général du CEA montre les limites de la stratégie affichée : « Concernant la stratégie de démantèlement des INB civiles du CEA, la dernière évaluation complète faite par l'ASN s'est faite sur la base du document que vous avez remis en 2004 et couvrant la période 2004-2013. A la suite de son instruction et de l'examen par le groupe permanent « usine » (GPU), lors de sa séance du 6 décembre 2006, l'ASN vous avait demandé de lui transmettre :

- votre doctrine en matière d'assainissement et de démantèlement des INB,
- la justification de la compatibilité des flux de déchets avec les filières,
- l'analyse et les enseignements tirés des difficultés liées à la conduite de programmes et à la gestion de projets ayant entraîné le non-respect de certains de vos engagements,
- un dossier relatif aux installations concernées, dans lequel sera déclinée, sur une période de référence d'au moins 10 ans, la stratégie précitée.

Les difficultés que vous avez rencontrées dans la mise en œuvre de vos programmes et projets vous ont conduit à repousser la transmission d'une mise à jour de votre stratégie de démantèlement initialement attendue pour 2012. A ce jour, vous avez indiqué à l'ASN prévoir de transmettre cette mise à jour en 2016.

Pour ce qui concerne les stratégies de démantèlement des INBS relevant du ministère de l'industrie (Bruyères-le-Châtel, Valduc, Cadarache et Marcoule) (...) elles sont suivies par les services de l'ASND au travers de jalons significatifs de sûreté (JSS) marquant les étapes significatives à atteindre pour ces démantèlements pour chacun des sites concernés. Cependant, l'examen de la cohérence d'ensemble de ces stratégies n'a jamais été effectué, l'évaluation et l'instruction technique se faisant individuellement sur la base de vos demandes d'autorisation de démantèlement.

nécessaires au démantèlement ou à la reprise des déchets,

- globalement un retard annoncé de plus de 10 ans dans la réalisation des programmes de démantèlement des usines du périmètre UP1 et comportant des incertitudes importantes sur le respect de l'échéance de 2030 pour la reprise et le conditionnement des déchets MAVL produits avant 2015.

Concernant les autres INBS, des retards ont également été identifiés mais d'une moindre importance du point de vue de la sûreté.

Le réexamen de la stratégie de démantèlement à mettre en place et à consolider devra donc concerner l'ensemble des installations situées sur les sites CEA » [[ASN, 21/07/15](#)].

En octobre 2015, l'ASN publie une note d'information demandant au CEA une révision de sa « stratégie de démantèlement de ses installations nucléaires » :

« Le président de l'Autorité de sûreté nucléaire et le délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la Défense ont demandé à l'administrateur général du CEA que leur soit présentée, dans un délai d'un an, la nouvelle stratégie de démantèlement envisagée par le CEA concernant l'ensemble des INB et installations individuelles situées à l'intérieur d'installations nucléaires de base secrètes (INBS). L'ASN et l'ASND ont demandé au CEA, d'établir, pour les 15 prochaines années, des programmes de démantèlement, fondés sur des priorités de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement hiérarchisés, en tenant compte tout particulièrement de l'activité totale mobilisable des substances radioactives et dangereuses présentes dans l'installation

Conformément à la politique française de « démantèlement immédiat », et jusqu'à la fin des années 2000, le CEA avait pour stratégie de mener, en parallèle, l'ensemble des opérations de démantèlement des INB et des installations individuelles d'INBS dès leurs mises à l'arrêt définitif et dans des délais aussi courts que possible. Depuis plusieurs années, l'ASN a constaté sur les installations du CEA :

Orano (ex-Areva) - Une stratégie de démantèlement durable

Extraits d'un rapport de la Cour des comptes (février 2020) :

« Orano a élaboré sa stratégie de démantèlement en 2016. Les groupes permanents d'experts de l'ASN l'ont examinée en 2018 et ont fait part de leurs principales remarques, reprenant en grande partie les constats de l'avis de l'IRSN de 2018 sur cette stratégie. En particulier ils estiment que, du point de vue de la sûreté, de la radioprotection et de la protection de l'environnement, la liste des critères retenus par Orano pour définir ses priorités dans l'ensemble des opérations de démantèlement est à compléter ; elle ne mentionne ni l'inventaire radiologique mobilisable, ni l'état des barrières de confinement, ni la présence d'une contamination avérée ou suspectée des sols sous l'installation. Ils constatent néanmoins que, dans les faits, des critères de ce type sont bien utilisés par l'entreprise pour l'ordonnancement des opérations à réaliser sur le site de La Hague, notamment des opérations de RCD [reprise et conditionnement des déchets anciens]. Ils considèrent par

- **des retards importants dans la réalisation des opérations de démantèlement et de reprise et de conditionnement des déchets anciens,**
- **des augmentations très significatives de la durée envisagée des opérations de démantèlement et de reprise de déchets anciens,**
- **des retards importants dans la transmission des dossiers de demande d'autorisation de démantèlement.**

(...)

Le président de l'ASN et délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense ont également demandé au CEA de renforcer les moyens humains affectés aux opérations de démantèlement ainsi qu'à l'organisation de ses programmes de démantèlement et de gestion des déchets. Ils ont enfin demandé au CEA de réexaminer les ressources budgétaires affectées aux opérations de démantèlement » [[ASN, 8/10/15](#)]. L'ASN n'a pas évoqué l'augmentation très significative des coûts associés aux démantèlements et à la gestion des déchets anciens.

L'ASN ne peut que constater que si sur le principe le démantèlement est immédiat, en réalité ce n'est pas aussi simple que de rédiger un article de loi. En 2021, c'est « une **stratégie de priorisation des chantiers** » qui est mis en avant par le CEA dans une plaquette de communication : « La mise à l'arrêt simultanée d'un nombre important d'installations, dans un **contexte budgétaire contraint**, a conduit le CEA à prioriser ses projets d'Assainissement et de Démantèlement (A&D). Une stratégie a été établie à la demande des autorités de sûreté nucléaire en fonction de la radioactivité, la radiotoxicité et la robustesse de l'installation. Elle tient également compte des enjeux techniques, économiques et humains » [[CEA, Janvier 2021](#)].

De fait, le CEA n'a pas les moyens humains et financiers pour mener la politique de démantèlement immédiat sur l'ensemble de ses installations arrêtées mais il a le mérite de l'avouer.

ailleurs que, du point de vue de la sûreté, les opérations de RCD et de démantèlement des installations du site de La Hague sont prioritaires par rapport aux opérations de démantèlement sur le site du Tricastin et estiment que, pour ce dernier, il n'apparaît pas nécessaire de définir des priorités entre les diverses installations, qui présentent des risques globalement similaires.

Pour ce qui concerne le site de La Hague, les groupes permanents considèrent que les priorités en matière d'opérations de RCD et de démantèlement sont correctement définies. Toutefois, ils soulignent que la réalisation de ces opérations a pris beaucoup de retard par rapport aux échéances annoncées lors des précédents examens de la stratégie globale de démantèlement en 2005, 2008 et 2011. **Ainsi l'avancement actuel des opérations est tel que les échéances prescrites dans les décrets seront dépassées de plusieurs années pour nombre de ces opérations.** La fin du démantèlement de l'usine UP2-400 située sur le site de La Hague a par exemple été reportée de 2035 à 2040 »

[CComptes, 2020]. Un report jusqu'en « 2046 » selon l'Autorité environnementale [Ae - 2019-41] voire « 2050 » selon le Ministère de la transition écologique et solidaire [Rapport ministériel, mars 2020].

En 2022, dans un long courrier (44 pages) adressé au PDG d'Orano, l'ASN s'est penchée sur la « *Stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano* » :

« *Le démantèlement des installations nucléaires anciennes constitue un enjeu majeur pour Orano, qui doit mener plusieurs projets de démantèlement de grande envergure (première génération d'usine de retraitement de La Hague, usine d'enrichissement du Tricastin, installations individuelles de l'INBS de Pierrelatte...).* La mise en œuvre du démantèlement est étroitement liée à la stratégie de gestion des déchets radioactifs, compte tenu de la quantité, de l'hétérogénéité et des spécificités des déchets, parfois difficilement caractérisables, produits lors des opérations de reprise et conditionnement des déchets anciens (RCD) ou de démantèlement.

Sur les sites de La Hague et du Tricastin, Orano doit réaliser, au préalable, des opérations de RCD. Ces opérations sont prioritaires du point de vue de la sûreté, les installations d'entreposage dédiées ne répondant plus aux exigences de sûreté actuelles, et contenant, pour certaines, un inventaire radiologique dispersable (terme source mobilisable, ou TSM) élevé.

Au regard de ces enjeux, la stratégie de gestion des déchets d'Orano a été une première fois examinée par l'ASN et l'ASND, respectivement en 2005 pour le site de La Hague et en 2012 pour l'INBS du Tricastin. La stratégie de démantèlement des installations du site de La Hague, ainsi que les filières de gestion des déchets disponibles, ont été examinées une première fois en 2011 par l'ASN. Ces instructions ont conduit à plusieurs demandes structurantes sur la stratégie et l'organisation d'Orano et à deux prises de position :

- la prescription par l'ASN, en décembre 2014, des échéances des opérations de RCD pour le site de La Hague, au regard des retards significatifs constatés

depuis 1989, et des fragilités de stratégie constatées au cours de l'instruction ;

- la demande par l'ASN et par l'ASND, en juin 2014, d'une révision de cette stratégie, pour la gestion de l'ensemble de vos déchets et le démantèlement, pour tenir compte des évolutions de l'organisation du groupe et dans les installations.

(...)

L'ASN estime que des progrès significatifs ont été réalisés dans l'appropriation des objectifs de démantèlement immédiat ainsi que la définition de procédés de conditionnement définitif pour le site de La Hague, plusieurs accords de conditionnement ayant notamment été délivrés par l'ASN. Elles soulignent la pertinence des engagements pris durant l'instruction. **Toutefois, votre stratégie comporte des fragilités** auxquelles l'ASN vous demande de porter une attention particulière.

(...)

L'article L. 593-25 du code de l'environnement prévoit que la stratégie de démantèlement immédiat soit mise en œuvre par les exploitants des installations nucléaires de base. L'enjeu de la reprise au plus tôt des déchets anciens de La Hague et de la réalisation du démantèlement, et la baisse en conséquence du terme source mobilisable, se traduit par des échéances de réalisation prescrites par l'ASN pour la mise en œuvre de ces projets.

L'ASN considère que la gouvernance d'Orano devrait traduire, dans les objectifs assignés à la maîtrise d'ouvrage du projet, une exigence de pilotage du projet par le planning et, devrait en surveiller l'application effective ». Mais l'ASN semble rassurée car Orano La Hague a en projet « le développement d'un outil dénommé « *planning de pilotage* » » [ASN, 14/02/22].

Pas de stratégie de démantèlement immédiat chez Orano, mais qu'on se rassure à notre tour, « **Orano s'engage pour l'avenir de la société dans une stratégie de développement durable** » [Orano – Agir pour les transitions].

EDF - Une stratégie à géométrie variable

Dans un ancien document interne sur le « *Démantèlement des centrales nucléaires de première génération : pour une stratégie plus offensive* » (juin 2000), EDF indique que « *Jusqu'à ces dernières années, la position d'EDF était (et reste à ce jour) la suivante :*

- Niveau 2 immédiat après l'arrêt de la centrale (le temps nécessaire est de 5 à 10 ans après l'arrêt de la centrale) ;
- Niveau 3 différé de 25 à 50 ans, par rapport à l'arrêt de la centrale ; cette attente permet de bénéficier de la décroissance de la radioactivité des structures à démanteler, ce qui contribue à diminuer la dosimétrie et les coûts ».

Avec le « *retrait des matières fissiles et des fluides radioactifs* » (Niveau 1) dès la mise à l'arrêt définitif, c'était la stratégie d'EDF en l'an 2000.

« **Pour une stratégie plus offensive**

Les limites de la stratégie actuelle

La stratégie d'attente longue (20 à 40 ans) entre niveau 2 et 3 pose trois problèmes importants :

1. **Un problème de sûreté** ; il est en effet difficile de démontrer la tenue, pendant des périodes aussi

longues, des parties sensibles des installations (le caisson et les structures réacteur des centrales UNGG en particulier) ; à ceci, il faut ajouter une perte de connaissance de ces installations, construites dans les années 60, avec une documentation limitée.

2. **Un problème d'environnement**, en particulier risque de contamination des sols (par le tritium à Chooz A, par l'entreposage de graphite, à Saint-Laurent, dans des silos enterrés).
3. **Un problème politique** ; l'attente de longue durée laisse se développer dans l'opinion que l'industrie nucléaire ne dispose pas de solutions industrielles pour le démantèlement et en particulier pour le devenir des déchets correspondant.

(...)

La stratégie proposée

Sur la base des considérations ci-dessus, conjuguées à des demandes insistantes de la DSIN [ancêtre de l'ASN], un programme global d'études a été mené en 1998 et 1999 au sein de l'Entreprise visant à réexaminer la stratégie initiale d'EDF.

Ces études permettent aujourd'hui de proposer un **programme de déconstruction complète (niveau 3) optimisé sur la période 2000/2025** (programme résumé ci-après).

Cette stratégie alternative présente les avantages suivants :

1. Elle permet de ne pas laisser en suspens les problèmes de sûreté et d'environnement mentionné ci-dessus.
2. Elle apporte dans la période 2000/2020 – période clé pour le maintien ouvert de l'option nucléaire – la démonstration concrète de la faisabilité du démantèlement au plan industriel, au plan du devenir des déchets et au plan financier (mécanisme de provision).
3. Elle fait porter les charges de démantèlement des centrales de première génération sur une période antérieure à l'engagement des investissements de renouvellement du parc REP en exploitation.
4. Enfin, elle permet de mettre à profit cette période 2000/2020 pour bâtir l'organisation industrielle (ingénierie et industrie) qui permettra d'aborder, avec un bon degré de préparation, le démantèlement du parc REP actuel, au-delà de 2020.
5. En adoptant cette stratégie, EDF fait le choix de démontrer sa capacité à déconstruire ses anciennes centrales nucléaires en réalisant effectivement ce travail dans un délai raisonnable, facilement appréhendable par quiconque, à l'échelle d'une carrière ou d'une vie humaine ».

EDF a donc proposé un programme ambitieux qui « résume l'ensemble des actions qui permettront d'achever la déconstruction de toutes les centrales de première génération au plus tard en 2025 » [EDF, juin 2000 (Archive GSIEN)].

Le graphique ci-dessous extrait du document d'archive illustre le changement de stratégie de démantèlement d'EDF envisagé en 2000.

Le démantèlement des centrales de première génération se terminerait donc soit en 2038 (attente longue) soit en

2025 ou 2026 dans le cadre d'un démantèlement dit immédiat.

Le changement de stratégie est alors gravé dans le marbre comme l'annonce la « Dépêche n° 1929 du 20 février 2001 » de la Direction de la communication d'EDF : « **Accélération du processus de déconstruction des centrales de première génération** » avec un achèvement prévu « **d'ici à 2025** ». Morceaux choisis : « **En réduisant la durée de déconstruction des centrales, initialement estimée à 40 ans, l'entreprise prouve sa capacité à gérer efficacement l'ensemble de la chaîne nucléaire.**

(...)
Avec ce nouveau programme, l'entreprise démontre son aptitude technique à mener les opérations de déconstruction et à gérer les déchets associés » [EDF, 20/02/01 - Archive GSIEN].

EDF le martelait encore en 2014 sur son site Internet : « En 2001, EDF a fait le choix de déconstruire intégralement ses neuf réacteurs définitivement mis à l'arrêt : Brennilis, Bugey 1, Chinon A1, A2 et A3, Chooz A, Creys-Malville et Saint-Laurent A1 et A2. Cet engagement a été inscrit le 21 octobre 2005 dans le contrat de service public signé avec l'État » [Carte des centrales nucléaires en déconstruction en France – EDF, 21/07/14 – Archive GSIEN].

Élaborer une stratégie en établissant des plannings est une chose, la respecter en est une autre... Dans le discours, les démantèlements sont immédiats, dans les faits certains seront différés comme ceux des réacteurs UNGG, par exemple.

Bref historique de ces revirements de stratégie avec le Dossier pédagogique de l'ASN :

« **Les stratégies de démantèlement en France**
L'ASN considère que le choix actuellement retenu par les grands exploitants français d'un démantèlement immédiat est satisfaisant, dans la mesure où celui-ci permet, entre autres, de ne pas en faire porter la responsabilité sur les générations futures.

L'ASN estime en effet que le maintien dans un état de sûreté satisfaisant des installations à l'arrêt dans l'attente d'un démantèlement différé conduit à des dépenses importantes de surveillance, de maintien en état et éventuellement de jouvence, ainsi qu'à des difficultés de motivation des effectifs présents et de perte de mémoire de l'historique de l'exploitation.

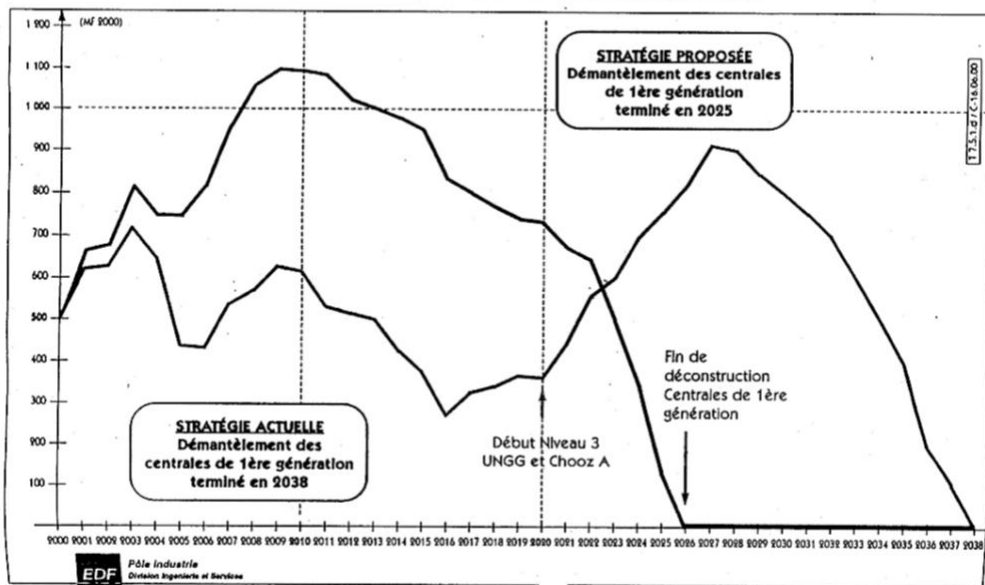
La stratégie d'un démantèlement immédiat est également conforme aux recommandations de l'Agence internationale de l'énergie atomique ».

Mais l'ASN ne peut que constater « **des retards sur le**

Déconstruction des centrales nucléaires de première génération

- Comparaison des estimations de dépenses annuelles dans les deux stratégies jusqu'en 2038

. Total dépenses annuelles pour l'ensemble des tranches de première génération (Brennilis, Chooz A, Chinon A1, A2, A3, Saint-Laurent A1, A2, Bugey 1 et Creys-Malville), hors dépenses de post exploitation et de traitement du combustible, études et préparation de la déconstruction du parc REP compris



programme de démantèlement de la 1^{ère} génération de centrales nucléaires.

(...)

La stratégie de démantèlement d'EDF remise en avril 2001, qui présentait un programme permettant d'engager le démantèlement des centrales de première génération dont l'achèvement était prévu à l'horizon 2036, a fait l'objet d'un examen par le Groupe permanent d'experts (GPE) ». 2036, soit plus d'une dizaine d'années supplémentaires en regard de la date de 2025 annoncée en fanfare au public dans la Dépêche n° 1929 du 20 février 2001...

« Le 29 mars 2016, l'ASN a auditionné EDF qui a présenté une nouvelle stratégie de démantèlement des réacteurs de type « UNGG ». Cette nouvelle stratégie conduit à décaler de plusieurs décennies le démantèlement de certains réacteurs au regard de la stratégie affichée par EDF en 2001 et mise à jour en 2013 » [ASN, Dossier pédagogique].

Un rapport parlementaire relatif à la « faisabilité technique et financière du démantèlement des installations nucléaires de base » (2017) évoque le courrier de l'ASN adressé en juillet 2016 à EDF : « Lors de l'audition du 29 mars 2016, les représentants d'EDF ont présenté une nouvelle stratégie de démantèlement qui consiste à abandonner le démantèlement « sous eau » des caissons des réacteurs à uranium naturel graphite-gaz (UNGG) pour réaliser un démantèlement « sous air », initialement prévu uniquement pour les réacteurs Chinon A1 et A2 (INB n° 133 et 153). [...] Le démantèlement du dernier réacteur UNGG doit alors se terminer au début du XXI^e siècle.

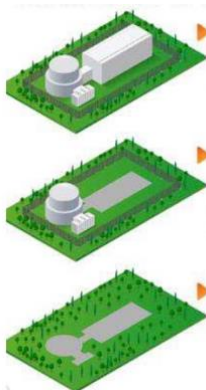
(...)

La nouvelle stratégie présentée par EDF indique des durées globales de démantèlement de l'ordre de la centaine d'années après l'arrêt des réacteurs ; [...] ces délais sont a priori difficilement compatibles avec le principe [...] selon lequel l'exploitant d'une installation nucléaire de base doit procéder à son démantèlement « dans un délai aussi court que possible [...] » après son arrêt définitif. Je ne dispose, pour le moment, d'aucun élément justifiant de manière étayée que cette nouvelle stratégie respecte ce principe.

En outre, ce nouveau scénario et les durées qu'il prévoit ne sont pas compatibles avec les dispositions des décrets de démantèlement des réacteurs de Bugey 1, Chinon A3 et Saint-Laurent A1 et A2. Si vous confirmez votre projet, vous devriez donc déposer des demandes de modification de ces décrets. [...] je vous demande de me transmettre avant le 31 mars 2017, un dossier justifiant le respect de l'obligation de l'article L. 593-25 susmentionné. Vous justifierez notamment :

- l'abandon du démantèlement « sous eau » des caissons des réacteurs Bugey 1, Saint-Laurent A1 et A2 et Chinon A3 et les raisons vous ayant conduit à n'en apprécier l'impossibilité technique qu'après plus de 15 ans d'études,
- l'augmentation de la durée de démantèlement des caissons « sous air » » [Rapport n° 4428, 2017].

En mars 2016, EDF présente donc à l'ASN sa nouvelle stratégie différée de démantèlement immédiat des réacteurs UNGG. En avril de la même année, sans évoquer la moindre impossibilité technique, EDF fait un point à l'ANCCLI sur sa « Stratégie de déconstruction » : « Elle consiste à engager les travaux de déconstruction immédiatement après la mise à l'arrêt définitif du réacteur. Cette stratégie s'applique aux 9 réacteurs d'EDF définitivement à l'arrêt ». EDF vante ses « chantiers qui avancent bien » et des délais de démantèlement surréalistes en regard des retards accumulés en cette année 2016 : « La déconstruction est un processus en 3 étapes clés sur une durée de 25 à 30 ans », accompagnés de schémas simplistes représentant les trois niveaux de démantèlement (Cf. encadré).



EDF rappelle que « Le principe du démantèlement immédiat est aujourd'hui inscrit dans la loi « Transition Énergétique et Croissance Verte » » [ANCCLI/EDF, avril 2016].

Prenons l'exemple de la centrale de Saint-Laurent A (deux réacteurs UNGG). Lors de l'enquête publique effectuée en préalable à l'obtention de Décret d'autorisation de démantèlement, EDF publiait en 2007 le planning de démantèlement de ces réacteurs dans une plaquette d'information grand public (Cf. ci-dessous).

En 2016, soit environ 25 années après l'arrêt définitif des deux tranches UNGG de Saint-Laurent (1990/1992), force était de constater que le démantèlement (Niveau 3) des « caissons » abritant les réacteurs n'avait pas débuté en 2014 comme prévu, et n'était pas près d'être entamé... Saint-Laurent A aurait dû être déclassée de la liste des INB en 2024 !

Bien que le principe du démantèlement immédiat ait été gravé sur les tables de la Loi, en 2025, aucun démantèlement complet (niveau 3) d'un de ces 9 réacteurs de première génération n'a été mené à bien 52 ans après l'arrêt du premier (Chinon A1) et 27 ans après l'arrêt du dernier (Superphénix)...

EDF applique en fait la stratégie initiale de démantèlement différé élaborée au siècle dernier, rallongée de quelques décennies...

| Les chantiers de déconstruction à venir | →2008 | →2009 à 2011 | →2011 à 2013 | →2014 à 2024 | →2024 | →2025 à 2028 | →2028 |
|---|--|--|--|---|--|--|--------------------------|
| | • Réalisation d'aménagements préalables au démantèlement | Étape 1 sur St-Laurent A2 • Déconstruction d'installations d'auxiliaires nucléaires, en préalable au démantèlement du caisson réacteur. | Étape 2 sur St-Laurent A1 • Déconstruction d'installations d'auxiliaires nucléaires, en préalable au démantèlement du caisson réacteur. | Étape 3 sur St-Laurent A1-2 • Déconstruction des équipements internes des caissons réacteurs. • Assainissement des ouvrages de génie civil. | St-Laurent A n'est plus une installation nucléaire | Étape 4 sur St-Laurent A1-2 • Démolition (conventionnelle) de l'ensemble des ouvrages de génie civil et réhabilitation du site. | Fin de la déconstruction |

Limites budgétaires et revirements stratégiques

Essayons de comprendre les raisons de l'allongement des délais de démantèlement *immédiat* voire de leurs renvois aux calendes grecques.

Pour le CEA c'est clairement affiché comme on l'a vu plus haut : le **contexte budgétaire contraint** ne permet pas de mener de front le démantèlement de l'ensemble des installations définitivement arrêtées.

Les contraintes budgétaires et les problèmes techniques impliquent des reports de la fin des démantèlements. Prenons l'exemple du site CEA de Fontenay-aux-Roses où étaient implantées cinq INB. Les décrets de démantèlement de ces installations, regroupées en deux INB (n° 165 et 166), ont été publiés en 2006. Cependant, les travaux ont démarré au cours de la décennie précédente comme l'explique l'Usine Nouvelle : « *les opérations, qui ont démarré en 1995, devraient s'achever vers 2018.* » « *Nous n'aurons pas de retard sur le calendrier fixé même si nous avons certains glissements de six ou huit mois sur certaines opérations* », affirme Roger Genet, directeur du centre de Fontenay-aux-Roses et directeur adjoint à la direction des sciences du vivant du CEA » [[Usine Nouvelle, 12/12/08](#)].

En 2022, le CEA de Fontenay-aux-Roses ne communique plus sur un *glissement* de quelques mois et indique sobrement que « **La fin des opérations d'assainissement et de démantèlement est prévue à l'horizon 2057** », soit avec **39 années de retard sur le planning initial** [[CEA, 10/02/22](#)].

Pour ORANO, on peut envisager que le contexte économique engendré par la gestion calamiteuse de l'entreprise dénommée à l'époque Areva y soit pour quelque chose. Retour en 2015 avec Le Point : « **EDF-Areva, l'épilogue d'un désastre français** - En 2001 naissait Areva, champion mondial du nucléaire. Aujourd'hui en faillite virtuelle, **le groupe est démantelé**. L'État paiera les pots cassés. (...) En 2014, le groupe a perdu 4,8 milliards d'euros, plus de la moitié de son chiffre d'affaires ! Sa dette (5,8 milliards d'euros) est supérieure au chiffre d'affaires du nouvel Areva » [[Le Point, 30/07/15](#)].
Merci Madame Lauvergeon.

La vente à perte d'un EPR à la Finlande et les investissements en Afrique dans des mines d'uranium qui ne valaient pas un franc CFA ([affaire URAMIN](#)) ont précipité la chute du *champion mondial*.

Après une nouvelle « *perte de 2,03 milliards d'euros en 2015* » [[Le Figaro, 26/02/16](#)], Areva est exsangue. L'entreprise sera restructurée à partir de 2016 et démantelée en 2018 accompagnée d'un plan de sauvetage à hauteur de « *4,5 milliards d'euros* » [[Les Echos, 12/07/17](#)].

Quand Areva élabore sa stratégie en 2016, il n'est nulle part fait référence à un démantèlement *immédiat*. Elle n'en a pas les moyens financiers.

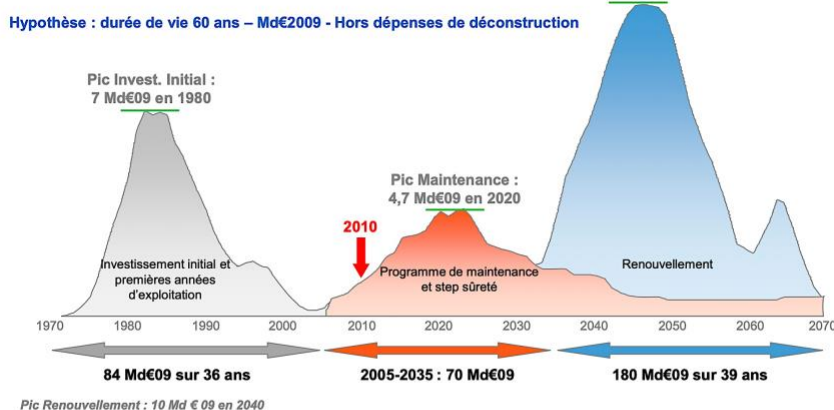
Pour EDF, à l'impossibilité technique à démanteler ses réacteurs UNGG pourrait aussi s'ajouter l'impossibilité financière de mener de front l'ensemble de la *déconstruction* des réacteurs de première génération.

En effet, lors du changement de stratégie en 2016, EDF est engluée dans les surcoûts liés à la construction de l'EPR de Flamanville. L'électricien doit également faire face à un investissement massif dans la maintenance de l'outil de production : « *EDF a regroupé l'ensemble des investissements de maintenance prévus sur la période 2014 à 2025 sous la terminologie de « Grand Carénage ».* Ce projet industriel vise à améliorer la sûreté des centrales nucléaires, en particulier à la suite de la catastrophe de Fukushima, à redresser les performances d'exploitation après une période de dégradation de la disponibilité des centrales et à rendre possible la prolongation de l'exploitation du parc au-delà de 40 ans, durée pour laquelle les centrales ont été conçues à l'origine » [[CComptes, 2016](#)].

Un graphique (Cf. ci-après) extrait d'un document interne d'EDF présenté lors de la réunion « *Plénière des Chimiste* » en « *Octobre 2011* » donne une estimation des coûts d'investissement, en euros de 2009, **hors dépenses de démantèlement et de gestion des déchets nucléaires**. Converties en euros de 2024, cela donne :

- 108 Md€ d'investissement initial ;
- 90 Md€ de maintenance (2005-2035) ;
- 231 Md€ pour un éventuel renouvellement du parc.

La montagne de dépenses estimées pour le renouvellement du parc a été à l'époque sous-évaluée compte-tenu du devis initial de l'EPR 2 (ou EPR NM) envisagé pour le renouvellement. En effet, selon EDF en 2016, ce nouveau réacteur ne devait coûter que 5 Md€ en euros courants (soit 6 Md€₂₀₂₄) [Cf. [Gazette n° 303](#)]. Avec une enveloppe de 231 Md€₂₀₂₄, il y aurait eu de quoi construire 38 ou 39 réacteurs de 1650 MWe soit un parc de 63,5 GWe équivalent à la puissance initialement installée (63,1 GWe) avec les réacteurs dits de seconde génération.

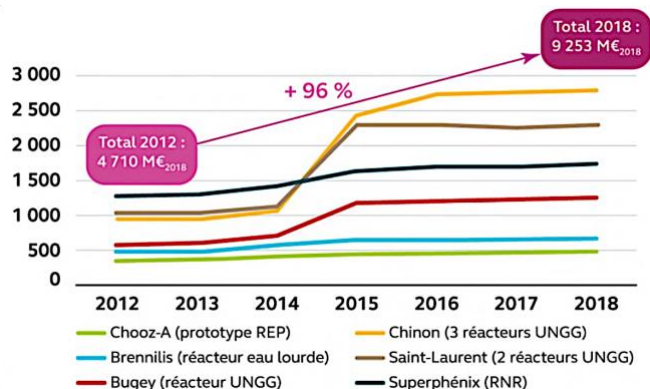


Un grand carénage à partir de 2015
(REX Fukushima, rénovation massive des équipements, réévaluation de sûreté pour prolonger le fonctionnement jusqu'à 60 ans)

Le rapport de la Cour des comptes publié en février 2020 montre l'évolution et s'attarde sur la flambée des coûts entre 2012 et 2018 : en euros de 2018, le devis global a quasiment doublé tandis que celui des réacteurs de la filière UNGG a été multiplié par trois ! (Cf. graphique ci-contre et Tableau 11 page 19 pour le détail des évolutions de devis dans le temps).

En 2015, le conseil d'administration EDF a validé le rachat de « 100% du capital d'Areva NP », la branche réacteur (Framatome) du groupe Areva pour un montant de « 2,5 Md€ ». Avec un « endettement financier net » de « 37 395 M€ » au 31/12/2015 [EDF – Résultats annuels 2015], calette en main, l'entreprise a jugé opportun de changer de stratégie en renvoyant au-delà de 2060 le démantèlement de ses réacteurs UNGG (hormis Chinon A2).

EDF n'a pas plus que le CEA et ORANO (ex-Areva) les moyens de financer le démantèlement complet de toutes ses installations définitivement arrêtées.



Évolution des coûts des projets de démantèlement (devis à terminaison) des principales installations d'EDF en cours de démantèlement (en M€₂₀₁₈)

[CComptes 2020](#)

Après ces digressions financières, place à la douloureuse...

Les hypothétiques coûts de démantèlement et de gestion des déchets nucléaires

Les exploitants nucléaires réalisent une estimation du coût de démantèlement complet de leurs installations qui se traduit en « charges en valeur brute » aux conditions économiques de l'année en cours. Des charges brutes sont également estimées pour la gestion à long terme du combustible irradié non recyclable et des déchets nucléaires sous l'appellation « aval du cycle ».

Les exploitants provisionnent dans leurs comptes les sommes qu'ils ont estimées nécessaire au financement des démantèlements et de l'aval du cycle. Ces provisions sont placées dans des fonds financiers et les intérêts acquis viennent abonder ces provisions : on parle alors de provision ou de charge « actualisées ». Le taux d'actualisation peut varier notamment en fonction de l'inflation et du rendement des placements financiers. Des paris économiques sont donc faits sur ce que nous réserve l'avenir, les exploitants misant à long terme sur un faible taux d'inflation annuel (environ 2%) et des rendements financiers réguliers (de l'ordre de 5 à 6% annuel).

Les exploitants déterminent le taux d'actualisation de leurs actifs provisionnés. En 2018, selon la Cour des comptes, il était de « 3,9% » pour EDF, « 3,95% » pour ORANO et de « 3,97% » pour le CEA [CComptes, 2020].

Pour EDF, « en 2019, le taux d'actualisation était de 3,7 %, sachant que la rentabilité [des] actifs dédiés est, depuis 2004, de quelques 6% », comme l'a indiqué le directeur des projets déconstruction-déchets du groupe EDF au Sénat en 2020 [Rapport n° 371, 2020].

Explications ministérielles de ces mécanismes d'actualisation : « Les charges brutes (le coût total du démantèlement et de la gestion des déchets si toutes les dépenses étaient effectuées aujourd'hui en une fois) sont supérieures aux provisions inscrites dans les comptes du fait du mécanisme d'actualisation ». C'est en quelque sorte

le coût *overnight* appliqué aux démantèlement et aux déchets.

« En pratique, ces coûts sont payés après l'arrêt définitif des installations, et sur des durées très longues s'étendant jusqu'au 21^e siècle. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir toutes les sommes dès à présent : les actifs financiers mis de côté produisent en effet des revenus, et continueront à en produire même après l'arrêt définitif et avant d'être intégralement dépensés » [ecologie.gouv.fr].

Mais qui peut prédire l'évolution des conditions économiques sur d'aussi longues périodes ?

EDF explique comment sont calculées les provisions (ou charges actualisées) des réacteurs en exploitation : « la durée d'amortissement des centrales nucléaires en exploitation en France, composées de 32 réacteurs 900 MW, 20 réacteurs 1 300 MW et 4 réacteurs 1 450 MW, est de 50 ans pour les paliers 900 MW (depuis le 1^{er} janvier 2016), et 1 300 MW (depuis le 1^{er} janvier 2021), et de 40 ans pour le palier N4, pour lequel les conditions pour un allongement ne sont pas à ce jour réunies ». « Le calcul des provisions pour déconstruction relatives au parc nucléaire en exploitation est assis sur la durée d'amortissement des actifs » [EDF - Comptes consolidés 2023].

Les charges actualisées sont variables en fonction de la date prévue de leur utilisation. Plus cette date est lointaine, plus la provision actualisée est faible pour une même charge brute. Voyons un exemple avec un extrait d'un rapport de la Cour des comptes : « la provision pour stockage direct du MOX et du combustible Superphénix s'élevait à 5,8 Md€ en valeur brute mais à seulement 565 M€ en valeur actualisée : EDF prévoit en effet que si le stockage de ces combustibles dans le centre géologique profond devait intervenir, ce serait entre 2113 et 2124, ce qui explique que la provision actualisée soit dix fois inférieure aux charges brutes » [CComptes, 2012].

D'après l'ANDRA, le MOX, « Combustibles mixtes uranium-plutonium usés » serait « en attente de retraitement » avec un stock de « 2460 t » à fin 2022. Quant aux « Combustibles usés RNR » également « en attente de retraitement », les « 125 t » recensé à fin 2022 correspondent à la filière des Réacteur à neutron rapide (Rapsodie, Phénix et Superphénix) [ANDRA, Essentiel 2024]. Cette filière était censée nous assurer, dans un futur lointain, l'indépendance énergétique grâce au recyclage de ses combustibles. EDF a prévu une provision pour enfouir bien profond ces 2585 tonnes de déchets nucléaires.

L'évolution des devis constatée chez tous les exploitants, y compris l'ANDRA avec le projet CIGEO (Cf. encadré ci-dessous), provoque également une actualisation à la hausse des charges brutes. Cette hausse peut être atténuée dans les charges ou provisions actualisées en repoussant de plusieurs décennies les opérations. Pour chiffrer les charges brutes de démantèlement, les exploitants ont réalisé des estimations ou établi des devis il y a plus de 20 ans afin de constituer des provisions permettant le financement futur des démantèlements et de l'aval du cycle. Comme on peut s'en douter, ces devis ont été et sont pour la plupart sous-évalués bien que régulièrement mis à jour.

L'ASN résume la situation dans son Rapport de 2022 : « De manière générale, l'ASN relève que le périmètre

d'évaluation des charges pris en compte dans la majorité de ces rapports doit être complété car il ne prend pas en compte certaines opérations susceptibles de présenter de forts enjeux financiers, notamment les opérations préparatoires au démantèlement.

De plus, l'ASN estime que les états initiaux des sites au début de leur démantèlement doivent être décrits plus précisément, en tenant compte des éventuelles pollutions présentes dans les sols et dans les structures, et en évaluant les coûts d'assainissement associés. En effet, les hypothèses relatives à l'état initial des sites ne sont globalement pas assez robustes, alors qu'il est fondamental d'avoir une bonne connaissance de l'état des sites afin de pouvoir évaluer, de manière prudente, les charges de démantèlement.

Enfin, L'ASN souligne que les hypothèses retenues pour l'évaluation des coûts complets doivent être réévaluées, afin d'être raisonnablement prudentes pour ce qui concerne la planification des projets et des programmes de démantèlement, en tenant compte des risques liés à l'indisponibilité des installations d'entreposage, de traitement et de stockage » [ASN, 2022].

Au 31 décembre 2023, les charges brutes de démantèlement, de gestion du combustible non recyclable et des déchets nucléaires français (aval du cycle) sont estimées à plus de 147 milliards d'euros... (Cf. Tableau 4)

Elles prennent en compte les installations arrêtées définitivement mais également celles en exploitation à fin 2023 qui seront à démanteler dans le futur. Le démantèlement de l'EPR de Flamanville n'est pas inclus dans le périmètre d'estimation.

Évolution de l'estimation du coût de CIGEO

Bref rappel historique avec l'ANDRA et la Cour des comptes : « Estimé entre **13,5 et 16,5 milliards d'euros** en 2005 (sur la base des études techniques de 2002), le coût du Centre industriel de stockage géologique Cigéo a donné lieu à un chiffrage intermédiaire d'environ **35 milliards** par l'Andra en 2009, incluant la construction, l'exploitation sur plus de 100 ans et la fermeture du stockage. Une nouvelle évaluation sera réalisée en 2013 suite aux études de conception industrielle en cours » [ANDRA, 1/06/12].

« En janvier 2013, le chiffrage a évolué par rapport à 2009 :
 - le périmètre n'intègre plus la recherche, les assurances et la fiscalité qui peuvent être utilement disjoints du chiffrage pour se concentrer sur les aspects techniques ;
 - conditions économiques de janvier 2012 soit euros 2013 ;
 - inventaire en augmentation substantielle : MA-VL : 70 200 m³ (+ 3%) / HA : 10 059 m³ (+ 24%);
 - durée d'exploitation de Cigéo de l'ordre de 143 ans.
 Remis à ce nouveau périmètre, l'estimation (...) s'élèverait à environ **30 Md€₂₀₁₃**; et l'estimation DGEMP 2005 à près de **20 Md€₂₀₁₃** » [CComptes, 2014].

En 2016, la Ministre de l'écologie coupera la poire en deux, de façon assez cocasse, avec l'arrêté du 15 janvier 2016 : « Le coût afférent à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue est évalué sur une période de 140 ans à partir de 2016.

Ce coût est fixé à **25 milliards d'euros** aux conditions économiques du 31 décembre 2011, année du démarrage des travaux d'évaluation des coûts », pourtant estimé dès 2015... [legifrance]. L'arrêté précise que le coût, ou plutôt l'estimation à la louche, sera régulièrement mis à jour.

Dans l'attente de la prochaine mise à jour, cette somme de 25 Md€₂₀₁₁ correspond, compte tenu de l'inflation, à **31 Md€₂₀₂₄**.

Tableau 4 - France - Estimation du reste à charge pour le démantèlement des INB et pour la gestion de l'aval du cycle à fin 2023
 (en milliards d'euros₂₀₂₃)

| CEA | ORANO | EDF | Total |
|------|-------|------|-------|
| 35,9 | 17 | 94,3 | 147,2 |

Sources
[CEA - Rapport financier 2023](#)
[ORANO - Comptes consolidés 2023](#)
[EDF - Comptes consolidés 2023](#)

La somme est rondelette mais englobe-t-elle la totalité du coût des démantèlements ? La réponse est négative.

Ces 147 milliards représentent la somme estimée par les exploitants pour terminer les démantèlements commencés (avec la gestion des déchets associés) et réaliser ceux qui seront à engager sur les INB encore en exploitation.

Des chantiers de démantèlement au long cours sont entamés depuis des décennies et les dépenses passées ne sont pas comptabilisées dans cette ardoise, comme nous allons le détailler avec chaque exploitant.

Nous avons regardé l'évolution des charges brutes et actualisées des trois principaux exploitants historiques. Les chiffres sont issus de documents officiels de chaque exploitants et reportés en euros constants de 2023 à titre de comparaison avec la dernière année de référence

(2023). Ces chiffres ne représentent que des estimations, les devis évoluant à la hausse régulièrement.

CEA

Le tableau 5 montre l'évolution du reste à charges pour l'assainissement et pour le démantèlement, dénommées « *Provision pour obligations de fin de cycle* », qui regroupe les installations nucléaires civiles et militaires (Secteur défense). L'analyse de ce tableau montre un doublement des charges brutes de fin de cycle (+212% entre 2009 et 2023).

Tableau 5 - CEA - Évolution de l'estimation du reste à charge pour l'assainissement et pour le démantèlement des installations entre 2009 et 2023
(en millions d'euros₂₀₂₃)

| Charges | 2009 | 2013 | 2018 | 2023 |
|-------------|--------|--------|--------|---------------|
| Brutes | 16 871 | 20 065 | 30 123 | 35 877 |
| Actualisées | 10 812 | 12 912 | 19 085 | 20 463 |

Sources CEA
Rapports annuels 2009 ([lien AIEA](#))
Rapports financier [2013](#), [2018](#) et [2023](#)

Dans son Rapport financier 2023, le CEA précise les périodes de décaissement des **35,9 Md€ de charges brutes** arrêtées au 31/12/2023 avec une répartition de 10 Md€ sur les dix prochaines années et de 25,9 ultérieurement (Cf. Tableau 6).

Les dépenses des opérations de fin de cycle antérieures à 2023 ne sont pas comptabilisées. L'assainissement et le démantèlement ayant débuté au siècle dernier, **quel en a été le coût jusqu'en 2023 ?**

Dans les rapports financiers de 2015 à 2023 que nous avons consultés, il faut aller chercher la ligne budgétaire correspondant « à l'action 15 programme 190 » « de la mission Recherche et enseignement supérieur » qui regroupe la « *totalité des financements de l'État en faveur du démantèlement et de l'assainissement des installations nucléaires* » du CEA. Les crédits budgétaires alloués annuellement à ce titre ont été de « 740 M€ » en euros courants de 2015 à 2022. En 2023, la subvention de l'État était de « 780 M€ ». **De 2015 à 2023, nos impôts ont financé les démantèlements du CEA à hauteur de 6,7 Md€.**

Tableau 6 - CEA - Échéancier prévisionnel de décaissement des provisions brutes

| PROVISIONS AU PASSIF DU CEA (NOMENCLATURE ART.2 DÉCRET DU 23 FÉVRIER 2007) | Arrêté 2023 | 0-10ans | + de 10ans |
|---|-----------------|----------------|-----------------|
| Démantèlement | 16 052,0 | 4 106,7 | 11 945,3 |
| Gestion des combustibles | 1 448,1 | 414,9 | 1 033,2 |
| Reprise et conditionnement des déchets anciens | 4 202,6 | 1 283,8 | 2 918,8 |
| Gestion des colis de déchets radioactifs | 5 371,5 | 2 382,2 | 2 989,3 |
| Gestion à long terme des colis de déchets | 6 865,3 | 1 390,7 | 5 474,6 |
| Surveillance après fermeture des stockages | 627,4 | 26,1 | 601,2 |
| Total des provisions - périmètre loi 2006 | 34 566,8 | 9 604,3 | 24 962,5 |
| Provisions hors périmètre loi 2006 | 988,1 | 303,6 | 684,5 |
| Tva non déductible | 322,1 | 88,4 | 233,6 |
| TOTAL DES PROVISIONS AU 31 DÉCEMBRE^(*) | 35 877,0 | 9 996,3 | 25 880,6 |

^(*) Hors provision complémentaire - Part recette externe (102,5 M€ en VA et 145 M€ en VB)

(en millions d'euros)

[CEA - Rapport financier 2023](#)

Avant 2015, il est difficile de se faire une idée des dépenses annuelles du CEA mais un rapport de l'assemblée nationale indique qu'en « 2009, les opérations de démantèlement ont représenté une dépense totale de 347 millions d'euros » [[Rapport n° 3251, 2011](#)].

Des démantèlements ont commencé au siècle dernier sur les Installations nucléaires de base secrètes (INBS) du site de Marcoule avec notamment l'Usine d'extraction du plutonium UP1 qui a servi à la production de matières nucléaires militaires et qui traitait principalement les combustibles irradiés des réacteurs UNGG. Associé à UP1, l'Atelier pilote de Marcoule (APM) a permis la mise au point des procédés de retraitement et de vitrification qui seront mis en œuvre à La Hague.

Nous avons trouvé quelques estimations de démantèlement un peu datées dans un rapport de l'assemblée nationale (2011) :

- Le « *reste à faire au 1^{er} janvier 2009* » est estimé à « 913 M€₂₀₀₈ » pour les « *Réacteurs tritigènes Célestin* » et à « 448 M€₂₀₀₈ » pour les « *Réacteurs plutonigènes G2 et G3* » ;
- « *Pour l'usine UP 1 de Marcoule, l'effort total est de 6 milliards d'euros* » de 2008 (7577 M€₂₀₂₃) [[Rapport n° 3251, 2011](#)].

Dans le n° 199 de la revue Contrôle, l'ASN indique au sujet des travaux de démantèlement d'UP1 que « *depuis l'arrêt de l'usine et jusqu'à aujourd'hui, les opérations réalisées se montent à plus de 2 Md€ (surveillance et travaux) ; les travaux qui restent à mener sont aujourd'hui évalués à plus de 5 Md€* » [[ASN, octobre 2015](#)]. L'ardoise d'UP1 était estimé à 7 Md€ en 2015 soit environ 8,2 Md€₂₀₂₃.

En 2014 et 2020, la Cour des comptes a constaté « *des hausses importantes (...) pour les deux réacteurs Célestin (+240 M€₂₀₁₈) et [le réacteur] G1 (+205 M€₂₀₁₈)* ».

Le devis de démantèlement de l'APM a doublé entre 2001 et 2012, évoluant de « 496,1 M€ » à « 1040,4 M€ » en euros constants de 2012.

Voici quelques autres exemples de dérives des coûts au CEA :

- Réacteur Phénix (Marcoule) – Pour ce prototype de réacteur à neutrons rapides, l'estimation du « *Reste à faire* » a évolué de « 820 M€₂₀₁₃ » (851 M€₂₀₁₈) à fin 2013 à « 1260 M€₂₀₁₈ » à fin 2018.
- Réacteur Rapsodie (Cadarache) – Le devis de démantèlement du réacteur expérimental à neutrons rapides a été estimé à « 134,4 M€₂₀₁₂ » en 2001 puis à « 238,6 M€₂₀₁₂ » en 2012 [[CComptes, 2014](#) et [CComptes, 2020](#)].

ORANO

En 2001, Areva rappelle son « *Obligation juridique de démantèlement et de reprise / conditionnement des déchets* ». L'engagement comptable des « *opérations de fin de cycle* » représentent un « *Devis net à charge d'Areva en euros 2001* » de « 3,54 Md€ », une somme échelonnée jusqu'en 2041 comme on peut le constater dans le graphique ci-après [Areva - Résultats 2001 et perspectives ([lien AIEA](#))]. Ce devis correspond à 5127 M€₂₀₂₃.

En millions d'EUR



On ne peut que constater une flambée des charges brutes des démantèlements, de la reprise, du conditionnement et de la gestion des déchets nucléaires (opérations de fin de cycle). Entre 2001 et 2018, la facture a plus que triplé. En 2023, l'augmentation atteint +332% (en euros de 2023) par rapport au devis initial réalisé en 2001 (Cf. Tableau 7).

Tableau 7 - ORANO (ex-AREVA) - Évolution de l'estimation du reste à charge pour les opérations de fin de cycle entre 2001 et 2023
(en millions d'euros 2023)

| Charges | 2001 | 2018 | 2023 |
|-------------|------|--------|---------------|
| Brutes | 5127 | 15 940 | 17 046 |
| Actualisées | 3983 | 8992 | 8508 |

Sources AREVA
Résultats 2001 et perspectives ([lien AIEA](#))
Sources ORANO
Comptes consolidés [2018](#) et [2023](#)

Avec un *Devis net* de 3,5 Md€ en 2021 (5 M€₂₀₂₃), ORANO se retrouve vingt-deux années plus tard avec un reste à charge de 17 Md€₂₀₂₃... On espère que la louche ayant servi aux estimations de 2001 a été abandonnée et que celle de 2023 sera plus performante en termes de prévisions.

En 2023, ORANO présente dans ses comptes annuels un « échéancier prévisionnel de décaissement des provisions » « pour opérations de fin de cycle » d'un montant de 17 Md€₂₀₂₃ à partir de « 2024 » et courant jusqu'en « 2041 et au-delà » (Cf. Tableau 8). Les dépenses de 2024 sont estimées à « 339 M€₂₀₂₃ » [ORANO - [Comptes consolidés 2023](#)]. Nous n'avons pas trouvé dans les différents rapports comptables les sommes engagées jusqu'en fin 2023.

On retrouve toutefois de tels échéanciers de décaissement dans les comptes consolidés des années 2018 à 2023. Cela nous a permis de lister les dépenses envisagées par ORANO pendant la période 2019-2024 :

- 2019 – 271 M€₂₀₁₈
- 2020 – 311 M€₂₀₁₉
- 2021 – 410 M€₂₀₂₀
- 2022 – 306 M€₂₀₂₁
- 2023 – 310 M€₂₀₂₂
- 2024 – 339 M€₂₀₂₃



En six années, le total s'élève à 1947 M€, une somme à rajouter aux 17 Md€ prévus à partir de 2024.

Nous n'avons pas déniché les sommes investies avant 2019 dans les opérations de fin de cycle comme par exemple celles de UP2-400 qui a obtenu le décret de démantèlement en 2013.

UP2-400 est une usine d'extraction du plutonium implantée à La Hague qui a traité les combustibles irradiés des filières UNGG et REP avec une capacité nominale de 400 t de métal lourd par an. Entre 2006 et 2010, le devis de démantèlement a augmenté de « 1270 M€ » à « 1738 M€ » en euros constants de 2010.

Sur la même période, le devis de l'usine Georges Besse 1 (Eurodif), qui assurait l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse, est passé de « 462 M€ » à « 660 M€ » [[CComptes, 2014](#)].

D'après le Ministère de la transition écologique et solidaire, « *Au plan financier, le démantèlement d'UP2 représente un coût de 2600 M€ (...). Celui de George Besse 1 représente un coût de 1400 M€* » sans précision des conditions économiques [[Rapport ministériel, mars 2020](#)].

Sur son site Internet, le même Ministère donne quelques précisions sur l'usine Georges Besse 1 publiées en mars 2020 : « *Les coûts du projet sont estimés par Orano à environ 1,5 Md€ aux conditions économiques de 2018* » soit 1,7 Md€₂₀₂₃ [[ecologie.gouv.fr](#)].

Début 2023, Ouest-France évoque « *un coût de 4 milliards d'euros* » pour le démantèlement de UP2-400 (INB 33) et de ses ateliers associés (INB 38, 47 et 80), sans précision de la date de l'estimation [[Ouest-France, 2/01/23](#)].

Tableau 8 - ORANO - Échéancier prévisionnel de décaissement des provisions brutes

| (en millions d'euros) | 31 décembre 2023 |
|---|------------------|
| 2024 | 339 |
| 2025–2027 | 1 454 |
| 2028–2030 | 1 190 |
| 2031–2033 | 1 094 |
| 2034–2040 | 1 799 |
| 2041 et au-delà | 11 171 |
| TOTAL PROVISIONS NON ACTUALISEES | 17 046 |

[Comptes consolidés 2023](#)

EDF

Aux charges de démantèlement, s'ajoutent celles « pour derniers cœurs » qui « correspondent d'une part, au coût du stock de combustible en réacteur non totalement irradié au moment de l'arrêt définitif et qui ne peut pas être réutilisé du fait de contraintes techniques et réglementaires, et d'autre part, au coût de traitement de ce combustible ainsi qu'au coût d'évacuation et de stockage des déchets de ces opérations ».

« Les provisions pour déconstruction des centrales nucléaires arrêtées comprennent également les coûts de déconstruction d'installations annexes comme l'Atelier pour l'entreposage du combustible (APEC) à Creys Malville, et la Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) ».

EDF a également prévu les charges de gestion à long terme des déchets radioactifs répertoriées dans la rubrique « Aval du cycle ». Elles concernent « les dépenses futures relatives :

- « à l'entreposage, l'évacuation et le stockage des colis de déchets radioactifs issus du traitement du combustible usé ;
- **au stockage direct** après entreposage longue durée, le cas échéant, **du combustible usé non recyclable dans les installations existantes, à savoir le combustible au plutonium (MOX) ou à l'uranium issu du traitement, le combustible de Creys-Malville et celui de Brennilis ;**
- aux opérations de caractérisation, traitement, conditionnement et entreposage intermédiaire des déchets radioactifs issus de la déconstruction ou de certains déchets d'exploitation, et à l'évacuation et au stockage définitif de ces déchets radioactifs ;
- à la quote-part d'EDF des charges d'études, de construction, de maintenance et d'exploitation, de

fermeture et de surveillance des centres de stockage existants ou à créer » [EDF - [Comptes consolidés 2023](#)].

Dans le tableau 9, on peut voir que les charges brutes ont augmenté entre 2009 et 2023, dans une moindre mesure que celles du CEA sur la même période, de +120% pour les démantèlements des centrales arrêtées et en fonctionnement à fin 2023 (sans Flamanville 3) et de +126% pour l'aval du cycle. Mais ces charges brutes, comme celles des autres exploitants, ne représentent que ce qu'il reste à dépenser.

EDF précise les échéances de décaissement « *sous 10 ans* » et « *au-delà de 10 ans* » comme on peut le voir dans l'extrait du rapport comptable (Tableau 10).

Tableau 9 - EDF - Évolution de l'estimation du reste à charge pour le démantèlement des centrales nucléaires et pour la gestion de l'aval du cycle 2014-2023

| (en millions d'euros 2023) | 2009 | | 2014 | | 2018 | | 2023 | |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Brut | Actualisé | Brut | Actualisé | Brut | Actualisé | Brut | Actualisé |
| Aval du cycle | 45 691 | 18 924 | 50 099 | 20 900 | 58 076 | 24 297 | 57 465 | 25 862 |
| Démantèlement* | 30 746 | 15 780 | 31 335 | 19 135 | 36 142 | 21 120 | 36 835 | 21 139 |
| Total EDF | 76 437 | 34 704 | 81 434 | 40 035 | 94 218 | 45 417 | 94 300 | 47 001 |

* « y compris derniers cœurs »

Sources EDF - Comptes consolidés [2009](#), [2018](#) et [2023](#) et Comptes sociaux [2014](#)

Tableau 10 - EDF - Échéancier prévisionnel de décaissement des provisions brutes

Provisions liées à la production nucléaire dans le périmètre de la loi du 28 juin 2006

| (en millions d'euros) | 31/12/2023 | | |
|---|---|---|---------------|
| | Montants des charges aux conditions économiques de fin de période | | |
| | dont le décaissement est prévu sous 10 ans | dont le décaissement est au-delà de 10 ans ⁽¹⁾ | Total |
| Gestion du combustible usé | 10 117 | 8 881 | 18 998 |
| - dont non lié au cycle d'exploitation | 611 | 3 047 | 3 658 |
| Gestion à long terme des déchets radioactifs | 5 633 | 32 834 | 38 467 |
| AVAL DU CYCLE NUCLEAIRE | 15 750 | 41 715 | 57 465 |
| Déconstruction des centrales nucléaires en exploitation | 483 | 22 852 | 23 335 |
| Déconstruction des centrales nucléaires arrêtées | 3 503 | 5 329 | 8 832 |
| Derniers cœurs | 722 | 3 946 | 4 668 |
| DECONSTRUCTION ET DERNIERS CŒURS | 4 708 | 32 127 | 36 835 |

⁽¹⁾Par ailleurs, à horizon de 20 ans et 50 ans les décaissements cumulés relatifs aux provisions seront effectués (aux conditions économiques fin de période) respectivement à 22 % et à 43 % pour la gestion à long terme des déchets radioactifs et respectivement à 35 % et à 96 % pour la déconstruction.

EDF - [Comptes consolidés 2023](#)

Parc REP

Sans les dépenses de gestion des derniers cœurs, le coût de démantèlement du parc en exploitation (56 REP) est estimé par EDF à 23,3 Md€₂₀₂₃. Dans son rapport comptable, EDF indique le « *coût de déconstruction à terminaison (ensemble des coûts réalisés et restant à dépenser)* » comme par exemple celui de Fessenheim : « *Sur la base des estimations réalisées sur les différents postes de coûts, le devis à terminaison (en euros 2023) s'élève à environ 0,56 milliard d'euros, pour une tranche de Fessenheim à comparer à 0,42 milliard d'euros de coût moyen par tranche pour le parc REP complet en tenant compte des effets de série et mutualisation* » [[EDF - Comptes consolidés 2023](#)].

Le coût de démantèlement à terminaison est donc estimé à 24,4 Md€₂₀₂₃ pour l'ensemble du parc REP de 58 réacteurs. Le devis a doublé en 30 ans...

Ce coût a considérablement évolué depuis les estimations de la commission PEON qui « *avait recommandé en 1979 que le coût complet d'investissement des centrales REP de 900 MW serve*

de référence à l'estimation de la charge du démantèlement sur la base de 16% de ce coût. Cette charge, qui a été ajustée à 15% du coût complet en 1991, est ramenée à la puissance installée pour le calcul de la provision » [[CComptes, 2005](#)].

C'est à l'aide d'un autre rapport de la Cour des comptes publié en 2012 que l'on va pouvoir calculer le *coût de référence*. La construction des 34 tranches de 900 MWe s'établit à 32,1 Md€₂₀₁₀ (72,9 Md€₂₀₁₀ pour le parc). Sur la base de la commission PEON ajustée en 1991, 15% de ce coût correspond à 4,8 Md€₂₀₁₀ (6 Md€₂₀₂₃) pour une puissance installée de 30 630 MWe (REP 900) [[CComptes, 2012](#)]. Ramené à la puissance installée, la charge de démantèlement estimée en 1991 est de

195,2 €₂₀₂₃ par kWe. Rapporté au parc de 58 réacteurs (63,1 GWe) le devis s'établissait à **12,3 Md€₂₀₂₃**.

Centrales de première génération

Nous ne pouvons que constater la hausse des devis de démantèlement présentés dans le tableau 11. Dans ses comptes consolidés, EDF indique les « coûts à terminaison » en euros 2023 :

- Brennilis, « environ 1,0 milliard d'euros » ;

- UNGG, « environ 7,3 milliards d'euros de coût à terminaison pour 6 réacteurs » ;

- Superphénix, « environ 2,1 milliards d'euros ».

Soit 10,4 Md€ selon EDF sans compter le démantèlement de Chooz A évalué à environ 600 M€.

L'estimation du coût total du démantèlement des centrales de première génération s'élève à 11 Md€ à fin 2023.

Tableau 11 - Évolution des devis de démantèlement des réacteurs dits de « 1^{ère} génération » hors charges de post-exploitation et de gestion des déchets radioactifs
(en euros constants de 2023 sauf indication contraire)

| Nom | Filière | EDF 2000 | | CComptes 2014 | | | | | CCtes 2020 | EDF |
|---|---------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|
| | | MF ₁₉₉₉ | M€ ₂₀₂₃ | 2001 | 2003 | 2006 | 2008 | 2012 | 2018 | 2023 |
| Chinon A1 | UNGG | 1800 | 1230 | 1006 | 904 | 772 | 1023 | 1111 | 3185 | / |
| Chinon A2 | | 1800 | | | | | | | | |
| Chinon A3 | | 1800 | | | | | | | | |
| St Laurent A1 | | 1800 | 820 | 1090 ^a | 1021 | 809 | 1014 | 1190 | 2287 | |
| St Laurent A2 | | 1800 | | | | | | | | |
| Bugey 1 | | 1800 | 410 | 505 | 382 | 335 | 520 | 699 | 1446 | |
| Total UNGG | | 10 800 | 2461 | 2601 | 2444 | 1916 | 2557 | 3000 | 6918 | 7300 |
| Chooz A | REP | 1700 | 387 | 355 | 312 | 285 | 278 | 410 | 560 | 600 ^c |
| Brennilis | EL | 1000 | 228 | 368 | 362 | 350 | 471 | 547 | 762 ^b | 1000 |
| Superphénix | RNR-Na | 5900 | 1345 | 1364 | 1325 | 1201 | 1191 | 1565 | 1996 | 2100 |
| Total 1^{ère} génération | | 19 400 | 4421 | 4688 | 4443 | 3752 | 4497 | 5522 | 10 236 | 11 000 |

Légende

UNGG : Uranium naturel graphite gaz
EL : Eau lourde

REP : Réacteur à eau sous pression (PWR)

RNR-Na : Réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium

a : avec le démantèlement des silos d'entreposage de chemises de graphite irradiées (environ 160 M€)

b : réévalué en 2020 lors de l'Enquête publique à **850 M€** 2020 soit **953 M€₂₀₂₃**

c : augmentation de provision de 37 M€ en 2022 selon EDF

Sources

EDF 2000 – EDF - Démantèlement des centrales de première génération : pour une stratégie plus offensive – Janvier 2000

[CComptes 2014](#) - Cour des comptes - Le coût de production de l'électricité nucléaire - Actualisation 2014 – Mai 2014

[CCtes 2020](#) - Cour des comptes - L'arrêt et le démantèlement des installations nucléaires – Février 2020

[EDF](#) – EDF - Comptes consolidés au 31 décembre 2023

Comme on peut le remarquer dans la copie de l'échéancier prévisionnel de décaissement (Voir Tableau 10), EDF indique un reste à charge de 8,8 Md€ pour les centrales à l'arrêt, celles de première génération et celle de Fessenheim (11 réacteurs) mais aussi pour démanteler les INB annexes (environ 300 M€) :

- Atelier des matériaux irradiés (AMI) en démantèlement à Chinon ;
- Base chaude opérationnelle (BCOT) en démantèlement à Tricastin ;
- Silos d'entreposage de graphite irradié en exploitation à St Laurent.

D'autre part, EDF estime le reste à charge pour terminer ces démantèlements à 8,5 Md€ :

- Chooz A, « 340 M€ » ;
- Fessenheim (2 tranches), « 994 M€ » ;
- Réacteurs UNGG (6 tranches), « 6172 M€ » ;
- Brennilis, « 392 M€ » ;
- Superphénix, « 637 M€ » [[EDF - Comptes consolidés 2023](#) (§ 15.1.1.3)].

On peut alors estimer les coûts de démantèlement des centrales de première génération supportés par EDF jusqu'en 2023 à environ 2,5 Md€₂₀₂₃.

Le démantèlement des autres INB annexes est compris dans la soule des réacteurs en exploitation :

- Atelier pour l'entreposage du combustible (APEC) en exploitation à Creys Malville ;
- Installation de conditionnement et d'entreposage des déchets activés (ICEDA) en exploitation au Bugey ;
- Magasin interrégionaux d'entreposage du combustible neuf du Bugey ;
- Magasin interrégionaux d'entreposage du combustible neuf de Chinon.

Certaines dépenses n'apparaissent pas dans les chiffres publiés. Ce sont « Les charges de post-exploitation » comme l'explique la Cour des comptes dans une publication :

« Par ailleurs, certaines dépenses postérieures à l'exploitation ne donnent aujourd'hui pas lieu à provisions

comptables (charges dites de post-exploitation, impôts et taxes dues pendant les démantèlements). Dans un récent rapport remis au Sénat, la Cour s'est déjà prononcée en faveur de l'intégration d'une grande part de ces dépenses au périmètre de provisionnement des charges nucléaires de long terme. En tout état de cause, ces dépenses doivent être intégrées aux coûts de production du parc existant. Elles correspondraient à une somme actualisée de 10,9 Md€ vue depuis fin 2018, calculée selon la même méthode que les provisions pour démantèlement.

En l'état actuel, ces dépenses ne sont pas provisionnées par EDF et ne donnent donc lieu aujourd'hui à aucune inscription dans ses comptes »[CComptes, 2021].

Épilogue (avec une pensée pour Jean-Claude Autret)
L'évaluation des coûts de démantèlement et de fin de cycle comporte de nombreuses incertitudes tant techniques que financières, le radeau nucléaire naviguant à vue et à voiles réduites entre récifs de déchets et courants contraires de sureté.

Présentation de quelques démantèlements

Nous avons choisi de ne traiter que partiellement des déchets, tant conventionnels que nucléaires, produits lors des démantèlements. La gestion des déchets de l'industrie nucléaire fera l'objet d'une Gazette nucléaire dédiée et nous reviendrons à cette occasion sur les démantèlements des réacteurs UNGG repoussés de plusieurs décennies en raison principalement de l'absence d'exutoire pour les déchets de graphite activés.

Voici un point d'étape de quelques démantèlements emblématiques que nous avons sélectionnés.

Le démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim (et des suivantes ?)

Jean-Marie Brom (GSIEN)

Plus de 40 ans après les premières divergences...

Le 22 février 2020, le réacteur n°1 de l'INB 75 (centrale de Fessenheim) était mis à l'arrêt définitif peu avant son 43^{ème} anniversaire (première divergence le 7 Mars 1977) suivi par le réacteur 2 le 30 juin (première divergence le 27 juin 1977).

Pour les antinucléaires, il était temps de fermer cette vieille centrale, obsolète, installée en zone sismique en contrebas du niveau du Grand Canal d'Alsace. Pour les autres, la centrale en excellent état était victime de la politique, de l'accord de 2011 entre le PS et les écologistes. La vérité est sans doute un peu entre les deux, et comme l'a relevé l'IRSN, EDF devait ré-évaluer la résistance de la centrale aux séismes avant la VD4, et probablement ne voulait pas prendre le risque d'échouer à l'examen. D'autant que la compensation négociée par EDF s'élevait à près de 500 millions, plus un éventuel manque à gagner, comme si l'INB 75 avait pu produire jusqu'en 2041 (soient 64 ans de fonctionnement ...).

Des plans de démantèlement qui se succèdent

Six mois avant le premier arrêt, en août 2019, un premier plan de démantèlement de la centrale (59 pages) était soumis à l'appréciation de l'ASN, et durant 4 ans les versions se sont succédées: mai 2020 (112 pages), novembre 2020 (114 pages) pour finir en juillet 2023 avec 118 pages... Mais il faut bien reconnaître qu'à partir de la deuxième version, les différences sont minces, et concernent surtout les déchets produits par le démantèlement, promis pour durer 20 ans à partir de l'arrêt définitif de la centrale. Ce qui donnerait un retour à l'herbe pour la mi-2040.

Parlant de déchets, les estimations, elles ne varient pas trop d'une version à l'autre, gagnant juste en précision (voir le tableau)

- 385 000 tonnes de déchets conventionnels (matériaux divers et bétons)
- 18 650 tonnes de déchets radioactifs (dont 12 240 t de TFA)

Auxquels il faut rajouter les 6 générateurs remplacés en 2002 et 2012 (2000 t)

| | Masse de déchets radioactifs (en tonnes) | | | |
|---|--|--------------|---------------|---------------|
| | MA-vi | FAMA-vc | TFA | TOTAL |
| Déchets métalliques | 200 | 5 070 | 6 030 | 11 300 |
| Déchets non métalliques | 0 | 1 140 | 6210 | 7 350 |
| dont déchets béton | 0 | 550 | 3 400 | 3 950 |
| dont déchets divers (cables, calorifuge, terres, résines échangeuses d'ions, filtres, déchets amiantés, etc.) | 0 | 590 | 2 810 | 3 400 |
| TOTAL | 200 | 6 210 | 12 240 | 18 650 |

Estimation de la masse des déchets radioactifs produits par le démantèlement

Pourquoi autant de versions différentes de plan de démantèlement ? La réponse tient en un seul mot : le "Technocentre", cette structure permettant de fondre les déchets TFA en les décontaminant quelque peu dans deux fours de 25 tonnes de capacité, puis d'en faire des lingots de 20 kilos qui seraient vendus à l'industrie conventionnelle, sans plus aucune traçabilité ultérieure... Au départ, le plan de démantèlement évoque la possibilité d'un tel centre de traitement, analogue à celui qu'EDF a acheté en Suède (et rebaptisé Cyclife Suède). Mais l'ASN, comme l'IRSN, interroge EDF sur la "solidité" d'une telle solution, et demande des alternatives...

Et au fil des versions, ce Technocentre passe du statut d'hypothèse à celui de certitude :

Dans les 112 pages du plan de démantèlement de mai 2020, ce Technocentre est évoqué une dizaine de fois, pour arriver à 22 occurrences dans les 118 pages de la version ultime, sans aucune utilisation du conditionnel. Alors que ce n'est qu'en octobre 2024 qu'a démarré un débat de la CNDP à propos de cette fonderie sur le site de la centrale... Nous reparlerons plus en détail de cette nouvelle installation dans une prochaine Gazette sur les déchets.

Il est d'ailleurs amusant de constater que sur les sites d'EDF, c'est le plan de novembre 2020 qui est mis en

avant, alors que le dernier plan – celui est qui est approuvé – est daté de juillet 2023...

Le démantèlement : 20 ans et deux étapes

Pour résumer, et comme pour toutes les centrales, le démantèlement se déroule en deux phases : le pré-démantèlement d'une durée de 5 ans, la phase Mise à l'arrêt définitif (MAD) et le démantèlement proprement dit estimé à 15 ans, avant un *retour à l'herbe* toujours envisagé. Estimation soi-disant basé sur le retour d'expérience de Chooz A (305 MW) qui a fonctionné de 1967 à 1991, où les premières opérations de démantèlement ont été menées depuis 1991 [[EDF - Fiche presse Chooz A, 2024](#)] et qui est officiellement en phase de démantèlement complet depuis 2007 (33 ans déjà...). Mais EDF n'en est pas à une approximation près...

Les cinq ans de pré-démantèlement (PDEM)

Il consiste en une quarantaine d'opération qui vont de la décontamination aux modifications de systèmes utilisés en démantèlement, en passant par l'évacuation de gros équipements (alternateurs...) pour faire de la place :

- La préparation au démantèlement :

Vérification des ponts roulant, création d'un nouveau tampon matériel, évacuation des 6 générateurs de vapeur usés vers la Suède (les bâtiments d'entreposage des GV usés serviraient d'entreposage pour les GV actuels)... On notera que pour ces opérations, certaines seront terminées au moment du démantèlement proprement dit, d'autres seront en état "*partiel*" comme le décalorifugeage du bâtiment réacteur. Mais sans que l'on sache précisément ce que veut dire partiel...

- La caractérisation de la centrale :

Numérisation des bâtiments, prélèvements divers (internes et calorifuges de la cuve...) et diagnostics divers : amiante et contaminations des circuits. Là aussi, le problème est l'état "*partiel*" de ces diagnostics. On risque donc d'envoyer des travailleurs dans des zones mal connues. Heureusement, il s'agira d'intérimaires...

- Modifications adaptations ou rénovations :

Adaptation des systèmes (électriques, ventilation, filtres...) mais aussi rejets des effluents vers le canal...

- Diminution des risques et évacuations des substances dangereuses :

Il y a là bien sûr l'évacuation totale des combustibles usés ou neufs (terminée en août 2022), mais aussi la décontamination des circuits, qui est faite. Cependant, il reste à rejeter pas mal de bore dans le Canal, et aussi les fluides divers et autres déchets d'exploitation vers ICEDA, le CIREA ou le CSA. Et là aussi, ces évacuations seront "*partielles*" au moment du démantèlement réel.

- Autres activités :

13 opérations annexes de protection contre la foudre, rénovation diverses, poses de tuyauteries...

Tout y est, avec des descriptions bien sûr succinctes, ne manquent que ce qui relève de la radioprotection, de la dosimétrie, la protection des travailleurs en général, l'information et bien sûr de précisions sur l'état partiel de certaines opérations ou mesures...

Les 15 ans de démantèlement (DEM)

Le démantèlement, prévu pour durer 15,6 ans (on appréciera la précision...) devrait se dérouler en quatre

étapes un peu enchevêtrées puisque les étapes "*se succèdent à l'échelle d'un bâtiment*".

- Le démantèlement électromécanique :

En fait, cela regroupe toutes les opérations qui devraient avoir lieu dans des zones à contamination potentielle : bâtiments réacteur, bâtiments des auxiliaires nucléaires, bâtiments des combustibles ; évacuation des GV des bâtiments réacteurs (et entreposage en vue du Technocentre...); démantèlement et découpe éventuelle des gros équipements (pressuriseur, pompes, circuits...); démantèlement sous eau des internes et de la cuve...

C'est bien évidemment le cœur des opérations de démantèlement, avec une durée estimée à une petite dizaine d'années (l'exemple de Chooz montre l'optimisme béat de cette estimation)...

- L'assainissement des structures et bâtiments nucléaires :

Cela concerne les "*bâtiments nucléaires, pour lesquels la radioactivité susceptible d'être présente au niveau de la structure du bâtiment sera retirée*". Autrement dit les ZppDN (Zones à production possible de déchets nucléaires) que l'on aura identifié – de façon partielle – en pré-démantèlement. Il s'agit donc principalement de métaux et de béton. Et il est question de d'assainir jusqu'à 1 m sous le niveau du sol. Ce qui veut dire à peine 4 mètres au-dessus de la nappe phréatique d'Alsace, la plus grande réserve d'eau douce d'Europe occidentale. Bonjour les risques d'infiltrations...

Et là, les méthodes employées sont encore "*à l'étude*". On sait seulement que "*les travaux d'assainissement d'un bâtiment débutent après accord de l'ASN sur la méthodologie d'assainissement*". Dont acte...

- La démolition conventionnelle des bâtiments :

Pour les bâtiments "*conventionnels*" (restaurant, bureaux...) la démolition devrait arriver dès qu'il n'y a plus l'usage. En notant que les déblais (bétons) devraient servir à combler les fondations des bâtiments nucléaires (assainis à 1 m de profondeur).

Il faut quand même mentionner que au moins 7 bâtiments de la centrale devraient être conservés dans le projet "*Technocentre*" prévu pour œuvrer de 2031 à 2071...et qu'il faudra démanteler, un jour !

- la réhabilitation du site en vue de l'usage retenu :

Dernière étape qui est explicitée dans le plan de démantèlement, et il vaut mieux reprendre les explications d'EDF : "*En matière de gestion des sols, l'objectif visé est un assainissement complet voire poussé justifié compte tenu des meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable*".

Reste à comprendre ce que veut dire "*complet voire poussé*", et "*économiquement acceptable*" dans les années 2050, avec 14 éventuels EPR 2 sur les bras...

Il semblait pourtant que la doctrine d'EDF était la doctrine ALARA ("*As Low as Reasonably achievable*" traduit par EDF comme "*Aussi bas que raisonnablement possible*". Possible ou Acceptable ? Et pour qui ?

Et puis, pour ce qui est de l'utilisation future, là aussi EDF est clair : "*le site restera la propriété d'EDF, pour une utilisation industrielle qui n'est pas connue à ce jour*". Mais si, on la connaît, puisque EDF ne cache plus sa certitude d'occuper une bonne partie du terrain avec les fours du Technocentre.

Délais ? Coût ?

La dernière version du plan de démantèlement prévoyait 5 ans de pré-démantèlement suivis de 15 ans de démantèlement après l'arrêt définitif de juin 2020. Quatre ans et demi plus tard, le dossier de démantèlement n'a pas encore été transmis à l'ASN, avec le temps d'étude (2 ans en général) le décret autorisant le démantèlement ne devrait pas arriver avant 2027, au mieux.

Deux ans de retard dans la vue en quatre ans et demi, c'est presque normal, avec EDF.

Et pour le coût du démantèlement, c'est la même chose. Estimé à 400 millions par réacteur en 2020-2021, le coût avait déjà grimpé à 450 millions, selon certaines indiscretions relevées dans la presse. EDF vient de revoir sa copie, « **le devis à terminaison (en euros 2023) s'élève à environ 0,56 milliard d'euros, pour une tranche de Fessenheim** » [[EDF - Comptes consolidés 2023](#)] (§ 15.1.1.3).

D'après la Cour des comptes en 2012, le coût de construction de la centrale de Fessenheim a été de « 1488 M€₂₀₁₀ » soit 924 M€₂₀₂₃ par tranche [[CComptes, 2012](#)]. On peut donc penser qu'à la fin, on devrait se retrouver dans les environs du coût de construction.

Contrôles ?

Pour la communication et le contrôle, une "commission de démantèlement" a été formée dès juin 2021. En fait de contrôle ou d'information, cette commission (1 réunion par an en moyenne) se comporte plus en agence de voyage qu'autre chose : visites de centrales en déconstruction (Chinon, Chooz, Phillipsburg en Allemagne) même si elles n'ont rien à voir avec Fessenheim, visite du CIREC et du CSA, et visite prévue à ICEDA au Bugey en 2025.

Comprenant des membres de la CLIS de la centrale, elle est dirigée par le même président que la CLIS, c'est-à-dire un député (Raphaël Schellenberger) tout acquis à la cause du nucléaire, grand défenseur de la défunte centrale, et qui présente l'avantage de ne rien comprendre aux dossiers techniques. Et on notera que le GSIEN, déjà viré de la CLIS après la démission de Monique Sené, a bien un représentant dans cette commission de démantèlement, qui en est donc le seul membre à ne pas faire partie de la CLIS, et déjà dans le collimateur du lobby ? Pas facile d'avoir des informations ou de poser des questions...

Disons que c'est un honneur pour le GSIEN, d'être ainsi considéré comme le principal empêchement de tourner en rond...

Réaction à Chooz sur la notion de démantèlement immédiat

Chooz A est un REP de 305 MWe mis en service en 1967 dans les Ardennes (première divergence le 18/10/66). La « Fiche presse 2024 » d'EDF du réacteur en démantèlement indique que « **Dès la mise à l'arrêt du réacteur en 1991, EDF a mené les premières opérations de démantèlement.** (...) Il reste maintenant le retrait et la découpe de la cuve. Cette dernière opération devrait s'achever en 2026 » [[EDF, 2024](#)].

« La découpe de la cuve elle-même aura lieu à partir de 2025, pour se terminer en 2026 » mais EDF « à identifier un risque de décalage supplémentaire de 14 mois sur le planning global » de démantèlement de la cuve » [[EDF - Comptes consolidés 2023](#)].

Si le planning est respecté, il aura fallu environ 35 ans pour terminer le démantèlement. Mais du temps va passer avant la réhabilitation complète de ce site très contaminé.

C'est le démantèlement de réacteur le plus avancé du parc EDF. « Il présente quelques difficultés techniques particulières liées à sa construction dans une caverne ; certaines opérations sont plus complexes, telle l'extraction de gros composants comme les générateurs de vapeur. **Le démantèlement de la cuve de Chooz A est en cours depuis 2014** et se poursuit dans des conditions satisfaisantes » [[Rapport de l'ASN 2023](#)].

Quelques difficultés de radioprotection doivent continuer à poser certains problèmes notamment à cause de la présence d'émetteurs alpha (Pu, Am, etc.). En effet, peu après son démarrage, des incidents ont provoqué une contamination durable de toute l'installation. On a eu Chooz (se prononce chaud) comme l'a conté la Gazette en janvier 2003 « En décembre 1967, EDF avait identifié la destruction des structures internes du réacteur, et il y avait eu le blocage d'une barre de contrôle (le

20/12/1967). Malgré cela, le réacteur a redémarré en janvier 1968 et il y a eu le blocage d'une deuxième barre de contrôle (le 30/01/1968).

Le réacteur est alors déchargé et expertisé, et on se rend compte que la quasi-totalité des assemblages combustibles retiennent des corps étrangers (débris métalliques). Le tiers des assemblages présente des traces de contacts avec les barres de contrôle. Un tube constituant l'un des assemblages a été écrasé par une barre de contrôle provoquant une sérieuse rupture de gaine qui contamine tout le circuit primaire. Des débris métalliques sont également découverts dans les boîtes à eau des quatre générateurs de vapeur (GV) et dans les tuyauteries du circuit primaire. Les dégâts occasionnés par le martelage des débris métalliques sur deux des quatre GV très importants. Lors des réparations, un programme d'enlèvement des débris sera mis en place pour éviter d'autres blocages de barres de contrôle et des ruptures de gaine par usure. (...) La centrale de Chooz A redémarrera en 1970 après plus de deux ans de réparation » [[Gazette 203/204](#)].

Le Dossier d'enquête publique de la demande d'autorisation de démantèlement (mars 2006) s'attarde sur le « Cas particulier de la contamination alpha : l'analyse de l'historique montre que des ruptures de gaines ont eu lieu pendant l'exploitation. **La masse d'UO₂ déposée en cuve est évaluée à 1 kg environ. Celle déposée dans le circuit primaire hors cuve est estimée à environ 300 g.** Une présence « d'alpha » a été détectée dans la cheminée de rejet (événement ponctuel en octobre 1999) » [Archive GSIEN].

Contamination durable

En 2014, l'ASN réalisera une inspection avec pour « objectif de contrôler les dispositions mises en œuvre

pour la maîtrise du risque alpha dans le cadre du chantier de dépoussiérage des cavernes » faisant offices de bâtiments réacteur et combustible. L'ASN demandera à l'exploitant de « faire appliquer strictement le protocole médical alpha qui fait partie intégrante du processus alpha en faisant réaliser de manière systématique des mouchages en fin de poste pour les agents d'exploitation », le mouchage alpha servant à dépister une éventuelle contamination interne en émetteurs alpha. « Lors de leurs investigations de terrain, les inspecteurs ont pu constater que ces mouchages n'étaient pas systématiques. Le chef d'entité a indiqué que ces mouchages se faisaient uniquement sur la base du volontariat, y compris pour les personnels pénétrant quotidiennement dans la zone de chantier du dépoussiérage des cavernes » [ASN, 22/09/14].

En 2024, lors d'une autre inspection, l'ASN s'est intéressée « à la gestion des chantiers notamment sous protocole « alpha » et à la surveillance des prestataires intervenant sur le site. (...) Une visite des installations a eu lieu sur le chantier de découpe d'une tuyauterie primaire (TP) en cours dans la caverne » du réacteur sous « protocole alpha ». Pendant la visite du chantier, « une balise aérosol mobile située au niveau de la passerelle s'est déclenchée, enregistrant une valeur de contamination de 1,3558 Bq/m³. Ce déclenchement de balise a conduit l'ensemble des personnes présentes dans la caverne HR à évacuer la zone et à réaliser un mouchage de contrôle » : « **le personnel EDF et les inspecteurs [de l'ASN] présents sur ce chantier se sont retrouvés contaminés interne en particules alpha** » [ASN, 8/03/24].

Allongement des délais et des coûts

Entre 2003 et 2023, l'estimation de coût a évolué de 312 à 600 M€ en euros constants de 2023.

Côté retards, l'IRSN publiait en 2013 un planning très optimiste de démantèlement de la cuve en trois années (2013/2015) alors que les travaux pourraient durer une douzaine d'années sans nouveaux aléas. De manière assez burlesque, **L'IRSN prévoyait la « réhabilitation » en « 2022 »** avec le « comblement des ouvrages souterrains » (Cf. planning ci-contre) [IRSN, 28/01/13]. Le fameux retour à l'herbe.

On aurait presque pu y croire, un court instant, pour qu'aussitôt cette fable se dissipe et s'évanouisse à la lecture d'un document d'EDF de 2004 sur le démantèlement de cette centrale. L'IRSN doit pourtant être au courant que la colline hébergeant la caverne du réacteur est imbibée de radionucléides, notamment du tritium, et que la réhabilitation se fera attendre.

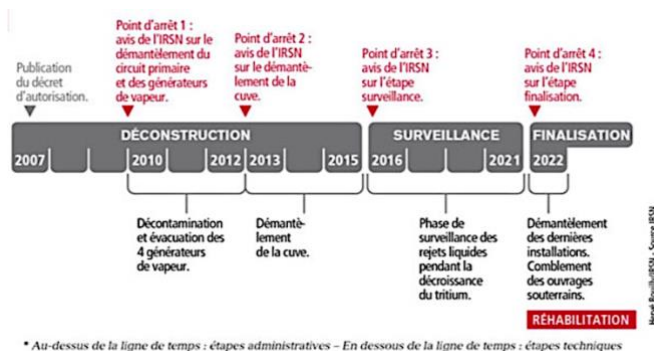
Comme l'explique le document d'EDF, le démantèlement se fait en trois étapes, la fin du démantèlement de la cuve et l'assainissement de la caverne n'étant que la première étape. « *Aucun travaux n'est réalisé au titre de la deuxième étape. Il s'agit simplement d'une phase d'attente avant l'atteinte d'un niveau radiologique des eaux des drains de rocher acceptable, durant laquelle il y aura simplement une surveillance* ».

« *Les travaux de l'étape 3 ne pourront débuter que lorsque le niveau radiologique des eaux des drains de rocher sera acceptable.*

En première approche, en considérant la décroissance des radioéléments présents dans les eaux de rocher, le seuil de potabilité de l'eau serait atteint dans les années 2030- 2040. L'étape 2 ne devrait donc pas durer plus d'une quinzaine d'années. L'échéance raisonnable pour l'atteinte de la fin de l'étape 3 se situe donc à l'horizon 2050 au plus tard », l'éventuel retour à l'herbe [EDF – Démantèlement de la Centrale Nucléaire des Ardennes : Document justifiant l'état choisi et indiquant les étapes du démantèlement ultérieur – Octobre 2004].

Dans son rapport comptable de 2023, EDF indique qu'un « accord de collaboration a été signé avec le CNRS le 7 septembre 2022 pour la réutilisation des cavernes à des fins de recherche fondamentale sur les Neutrinos. La fin de la reconfiguration de la caverne est prévue en 2033 en vue de son transfert au CNRS. **Le déclassement de l'installation devrait être obtenu fin 2035** », le conditionnel étant de mise [EDF – [Comptes consolidés 2023](#)]. En espérant que tritium et neutrinos fassent bon ménage.

Chooz A aura été en exploitation pendant 24 années (moins deux années de réparation). **Dans l'immédiat, ce que l'on peut dire c'est qu'il faudrait compter 44 ans voire 59 ans, de manière plus raisonnable, entre l'arrêt de production le démantèlement complet avec réhabilitation du site.**



Brennilis, la vitrine du démantèlement au long cours

« "EDF et le CEA, les grandes entreprises et l'ensemble des intervenants ont déclaré leur intention de faire de cette opération une vitrine. Il faut y veiller." Ainsi s'exprimait en 1995 Christian Frémont, alors Préfet du Finistère » [brennilis.com]. Le démantèlement immédiat prend naissance, dans le discours.

Dénoté dans le jargon atomique EL4, Brennilis est un réacteur de faible puissance (70 MWe - 250 MWth),

unique prototype expérimental de la filière française à eau lourde (EL). Lancée avec le premier réacteur français, la pile Zoé (150 kWth), poursuivie avec les réacteurs de recherche EL2 (2,8 MWth) et EL3 (18 MWth), la filière est en démantèlement.

Brennilis a été mise en service industrielle en 1968 (première divergence le 23/12/66) à 1985 conjointement par le CEA et EDF. Résumé des principales opérations

effectuées après son arrêt : « Les opérations de cessation définitive d'exploitation et de mise à l'arrêt définitif ont débuté en 1985 pour s'achever fin 1992. Elles ont consisté en l'évacuation de tous les combustibles irradiés, le retrait du tritium de l'eau lourde, la vidange et le séchage des circuits et le conditionnement des déchets ».

« Dans le cadre du décret n°96-978 du 31 octobre 1996, de **première opérations de démantèlement ont été menées de 1997 à 2007** : des circuits ont été obturés, certains circuits d'eau lourde et de dioxyde de carbone ont été démantelés, ainsi que des composants électromécaniques ; plusieurs bâtiments non-nucléaires ont également été déconstruits » [ASN, 16/05/24].

La suite avec l'Observatoire du démantèlement de la centrale de Brennilis (équivalent à la CLI) :

« En février 2006, un décret autorisant le démantèlement complet est publié. Pièce constituante du dossier de demande d'autorisation pourtant déposée en juillet 2003, l'étude d'impact n'a été rendue accessible au public qu'après cette publication intervenue en catimini. L'Observatoire n'a été informé ni de la sortie du décret, ni de la mise à disposition de l'étude d'impact » [brennilis.com].

En 2007, « Saisi par le Réseau Sortir du nucléaire, le Conseil d'État a annulé le décret gouvernemental du 9 février 2006 autorisant le démantèlement complet de la centrale nucléaire de Brennilis dans le Finistère. (...) La plus haute juridiction administrative a estimé que l'exploitant de la centrale EDF n'avait pas respecté la procédure d'information publique, comme l'y oblige une directive européenne de 1985 » [Sortir du nucléaire, 1/06/07].

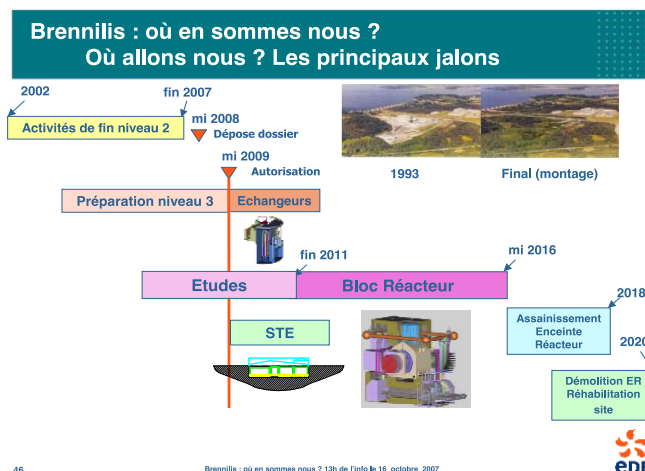
Faim de démantèlement

En l'an 2000, EDF publiait en interne un document : « *Démantèlement des centrales nucléaires de première génération : pour une stratégie plus offensive* ». Extrait du paragraphe sur Brennilis : « Par lettre du 5 octobre 1999 aux Ministres concernés, CEA et EDF ont annoncé leur volonté de poursuivre le démantèlement par le niveau 3 et indiqué que celui-ci sera achevé dans 15 à 20 ans. **En pratique, EDF et CEA se donnent l'objectif d'achever le démantèlement vers 2015** ».

Le CEA ne s'est pas trop mouillé dans cet engagement volontaire, un mois plus tard il bottera en touche : « Par lettre du 6 décembre 1999, CEA a déposé une demande de changement d'exploitant nucléaire au profit d'EDF qui l'accepte. (...) Concrètement, le pilotage de la maîtrise d'ouvrage conjointe est assuré par EDF depuis novembre 99, date de la signature du protocole correspondant, entre EDF et CEA » [EDF, juin 2000 (Archive GSIEN)]. Le décret concrétisant le changement d'exploitant sera publié en l'an 2000.

L'annulation du décret de 2006 va retarder la mise en œuvre du programme de démantèlement mais EDF y croit encore. Dans une présentation interne, « Brennilis : où en sommes-nous ? 13h de l'info le 16 octobre 2007 », l'entreprise évoque « l'aspect réglementaire » de « la gestion de l'évènement », l'annulation du décret de 2006 « Juridiquement inattaquable ». La dépose d'un nouveau dossier est prévue à « mi-2008 » afin d'obtenir l'autorisation de démantèlement complet pour « mi-

2009 ». Le slide n° 46 présente « Les principaux jalons » de ce démantèlement complet (Cf. ci-dessous), la réhabilitation du site étant désormais prévue en 2020 [EDF, 2007 (Archive GSIEN)].



Il faudra toutefois attendre 2011 pour la parution d'un nouveau décret qui autorisera uniquement des opérations de démantèlement partiel (niveau 2) de la centrale. Ce n'est qu'en 2023 qu'un énième décret autorise le démantèlement complet de l'installation ce qui permet « d'engager le démantèlement du bloc réacteur, la démolition de l'enceinte et la réhabilitation du site attendue en 2040 » [EDF - Comptes consolidés 2023]. Sans aléas ou revirement stratégique induisant de nouveaux retards, le démantèlement s'étalerait sur 43 années, après 17 ans d'exploitation commerciale...

Coup de bambou

En 2012, la Cour des comptes indique le coût de construction de la centrale de Brennilis : « 249 M€₂₀₁₀ » soit 309 M€₂₀₂₃. Sur la base de l'estimation (à la louche) de la commission PEON ajustée en 1991, soit 15% du coût de construction, **le coût du démantèlement de la centrale bretonne devait donc être inférieur à 50 M€₂₀₂₃** (estimation ajustée six années après l'arrêt de la centrale). Ce sera vingt fois plus cher, sans aléas d'ici à 2040... Comme nous l'avons vu, le devis du démantèlement a évolué, en euros de 2023, de 228 M€ en 2001 à « environ 1,0 milliard d'euros » de « coûts à terminaison » en 2023 selon EDF [EDF - Comptes consolidés 2023].

Contaminations sans fin

Dans la Décision n° 2009-DC-0169, l'ASN signale la présence sur le site de Brennilis de « 25 fûts (...) de déchets présentant une activité en émetteurs alpha comprise entre 50 et 370 Bq/g » [ASN, 22/12/19]. S'il y a des alpha c'est qu'il y a eu des fuites au niveau des gaines de combustible durant l'exploitation.

En effet, des ruptures de gaines sont évoquées au chapitre « Incidents au cours de l'exploitation » de la Pièce 2 du dossier de l'Étude d'impact de mars 2009. Extrait : « La première période a été marquée par un arrêt de longue durée pour le remplacement des échangeurs de chaleur (1968-1970) et la réparation de jonctions sur les tubes de force (1970-1971). Outre les fuites observées pendant cette première période, ayant donné lieu à de longues réparations, on peut citer, quant à leurs conséquences éventuelles sur la contamination des circuits (...) 11

ruptures de gaine de 1971 à 1981 (...) conduisant à l'arrêt du réacteur dans 8 cas et au déchargement de **84 grappes en défaut** à la date du 10 octobre 1984. **Ces incidents n'ont pas conduit à une contamination significative du circuit CO2 en produits de fission** ; ils ont néanmoins nécessité des contrôles et des mesures particulières pour l'entreposage du combustible » [Archive GSIEN]. Avec des contrôles et mesures particulières de radioprotection ?

Quant à la notion de **contamination significative**, il faut se remettre dans le contexte de l'époque où le CEA et EDF exploitaient l'atome avec des normes de radioprotection bien plus élevées qu'aujourd'hui. Les ruptures de gaines provoquent la contamination en produits de fissions mais également en émetteurs alpha du circuits primaires et de l'installation.

En mars 2006, la Criirad a retrouvé de tels radioéléments « sur des mousses aquatiques prélevées par Sortir du Nucléaire Cornouaille, (...) dans l'ancien chenal de rejet de la station de traitement des effluents ». Les analyses « ont révélé :

- une **contamination par des radionucléides artificiels (césium 137, cobalt 60)** à des niveaux nettement supérieurs à ceux publiés antérieurement par l'IRSN et l'ACRO, ainsi que la **présence d'argent 108m**.
- la présence à des taux anormalement élevés de radionucléides appartenant à la chaîne de l'uranium 235 et présentant une très forte radiotoxicité ».

En novembre 2006, l'ACRO et le CEA confirme « la **présence dans les terres-sédiments du chenal de rejet :**

- **d'actinium 227-thorium 227** (223 Bq/kg) (...)
- **d'argent 108m** (39 Bq/kg)
- **d'isotopes du plutonium** (1,2 Bq/kg sec pour le Pu 239-240) et **d'américium 241** (13 Bq/kg sec) » (émetteurs alpha) [[Criirad, 22/09/07](#)].

Les fuites de combustible ont provoqué la contamination des installations puis de l'environnement. Et celles du personnel qui a exploité et qui démantèle la centrale ?

Au sujet de l'inventaire radiologique de Brennilis, le Groupe permanent d'experts (auprès de l'ASN) pour le démantèlement fait état de la présence de « **produits de fission résultant de ruptures de gaines d'assemblages combustibles** survenues pendant l'exploitation de la centrale ». Le GPDEM estime que l'exploitant « EDF devrait préciser la manière dont il traitera les **risques associés à la présence éventuelle d'émetteurs alpha** ». L'assainissement du site pourrait révéler des surprises comme le souligne le GPDEM : « Dans des secteurs identifiés, **les sols du site sont contaminés par des substances radioactives ou chimiques ; ces contaminations sont aujourd'hui caractérisées. Le groupe permanent souligne que les travaux réalisés en la matière ne concernent pas les zones situées sous les bâtiments** » [[ASN - Avis GPDEM, 11/03/21](#)]

En 1988, la [Gazette n° 90/91](#) avait évoqué l'augmentation des rejets de tritium dans l'environnement après l'arrêt de la centrale avec notamment la contamination de la rivière Ellez. « Avant l'arrêt définitif de juillet 1985, les valeurs relevées dans les bulletins du SCPRI sont généralement inférieures à 15 Bq/l » alors que les bulletins mensuels du SCPRI en 1986 et 1987 donnent des valeurs comprises entre 360 et 820 Bq/l. Concernant les rejets radioactifs gazeux, dont le tritium, « Cette centrale était carrément hors normes » comme en a témoigné le professeur Pellerin (Libération, 11/08/87), le chef du SCPRI à l'époque.

Si l'on retrouvait autant de tritium dans l'environnement, c'est que les installations en étaient imprégnées et « Quand les syndicats s'alarment des décès prématurés chez les personnes ayant travaillé sur les circuits tritiés lors de l'exploitation de la centrale et réclament qu'un bilan officiel soit publié, la direction répond de façon évasive. Et pour cause ! Des anciens techniciens de la centrale viennent de faire le bilan eux-mêmes et ont constaté que **"la moitié des intervenants sur l'eau lourde sont décédés rapidement après leur mise à la retraite"** » [[Sortir du nucléaire, 1/05/07](#)].



Démantèlement des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium

En exploitation chaotique de 1986 à 1997, la centrale de Creys-Malville ou Superfuitix, est le prototype industriel de la filière des réacteurs à neutrons rapides refroidi au sodium développée par le CEA. Débuté avec le réacteur expérimental Rapsodie puis avec le prototype Phénix, la filière n'a pas tenu les promesses mirifiques escomptées par ses concepteurs. Lors du démantèlement, la neutralisation du fluide caloporteur, le sodium radioactif, est complexe du fait de l'inflammabilité du sodium au contact de la moindre humidité. **Les masses de sodium en jeu sont de 37 tonnes pour Rapsodie, 1485 t pour Phénix, et 5900 t pour Superphénix.**

Réacteur Rapsodie

« **Il a fonctionné de 1967 à 1978. Un défaut d'étanchéité de la cuve** [double enveloppe] du réacteur a conduit à son arrêt définitif en 1983. Des opérations de démantèlement ont été entreprises [depuis 1987] par la suite, mais ont été, en partie, arrêtées consécutivement à un accident mortel survenu en 1994, lors du lavage d'un réservoir de sodium [Cf. encadré page suivante].

Le cœur est actuellement déchargé de son combustible; celui-ci a été évacué de l'installation.



Par ailleurs, une grande partie des fluides et des composants radioactifs ont été éliminés, et la cuve du réacteur est confinée. La piscine du réacteur a été vidée, partiellement assainie et démantelée, et les déchets contenant du sodium, évacués ».

Le décret de démantèlement partiel (niveau 2) n'est promulgué qu'en 2021, 38 années après l'arrêt définitif, afin d'encadrer « les opérations de traitement du sodium du réacteur ». En 2023, « la préparation de

l'opération de traitement du sodium encore en rétention sur l'installation » était en cours [[Rapport ASN, 2023](#)].

En 2014, la Cour des comptes constatait une hausse du devis de démantèlement de « 77,4% » entre 2001 et 2012. Il s'établissait alors à 238,6 M€₂₀₁₂ soit 285 M€₂₀₂₃, une note conséquente pour un réacteur de faible puissance thermique (40 MWth). La Cour estime la « **fin de démantèlement** » en « **2050** », 72 années après son arrêt définitif [[CComptes, 2014](#)]. Pour comparaison, la puissance de Phénix est d'environ 600 MWth, et celle de Superphénix de 3000 MWth.

Accident de Rapsodie

La Gazette avait évoqué dans son [N° 137/138](#) l'accident de Rapsodie qui a provoqué la mort d'un ingénieur à la veille de son départ à la retraite et blessé sérieusement quatre techniciens le 31 mars 2014. L'opération mal préparée du traitement d'un résidu d'une centaine de litres de sodium contaminé restant dans un réservoir a été à l'origine de l'explosion qui a soufflé une dalle de 300 m².

Réacteur Phénix

Il a été exploité de 1974 à 2009 (première divergence en 1973). **Le coût restant à charge de son démantèlement à fin 2018 était estimé par la Cour des comptes à « 1260 M€₂₀₁₈ »** soit environ 1,4 Md€₂₀₂₃.

Le démantèlement de Phénix va s'étirer dans le temps et nécessiter la construction de plusieurs installation afin de traiter le sodium contaminé des circuits primaire (865 t) et secondaire (440 t) ainsi que celui de la cuve du barillet (180 t). Le terme source du sodium utilisé dans Phénix est présenté dans le tableau ci-après.

Le point avec l'IRSN : « *L'état final sera atteint après le déroulement des principales étapes suivantes :*

- *les opérations de préparation à la mise à l'arrêt définitif de l'installation (OPMAD) : engagées dès 2010 dans le cadre du référentiel de sûreté actuellement en vigueur, elles seront poursuivies après la publication du décret d'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'installation (décret de MAD/DEM [promulgué en [2016](#)]) ; il s'agit principalement du retrait,*

| Centrale Phénix | | | | |
|--|---------------------------|----------|------------|--------------|
| Terme source du sodium au 1 ^{er} janvier 2010 (Produits d'activation, de fission et transuraniens) | | | | |
| Isotope | Activité massique (MBq/t) | | | Période (an) |
| | Primaire | Barillet | Secondaire | |
| ²² Na | 8500 | 2125 | / | 2,6 |
| ¹³⁷ Cs | 2000 | 500 | / | 30 |
| ³ H | 6000 | 1500 | 700 | 12,3 |
| Alpha | 2 | 2 | / | a |
| ⁵⁴ Mn | 170 | 42 | / | 0,9 |
| ⁶⁰ Co | 3 | 0,8 | / | 5,3 |
| ⁵⁵ Fe | 60 | 15 | / | 2,76 |
| ⁶³ Ni | 20 | 5 | / | 98,7 |

a : ²³⁹Pu : 24 100 ans ; ²⁴¹Am : 432,6 ans

Source : CEA Plan de démantèlement de la centrale Phénix Pièce 3, 2010 ([lien Actu-environnement](#))

puis de l'évacuation des éléments combustibles du réacteur, des protections neutroniques latérales du cœur, ainsi que des composants amovibles du bloc du réacteur (échangeurs intermédiaires, pompes du circuit primaires...); ces opérations devraient être achevées à l'horizon 2029 ;

- *le traitement du sodium dit « coulable » et le traitement des équipements ayant été en contact avec du sodium (objets sodés issus de la centrale Phénix ou d'autres installations du CEA) dans des infrastructures créées à cet effet : il s'agit principalement :*
 - *des opérations de piégeage du césium contenu dans le sodium du circuit primaire du réacteur Phénix, d'hydrolyse du sodium dans la future installation NOAH et de neutralisation chimique de la soude produite dans la future installation INES dont les effluents neutralisés seront rejetés, après contrôles, dans le Rhône ;*
 - *des opérations de lavage d'objets sodés dans la future installation ELA et des opérations de carbonatation des « pièges à césium » dans le futur atelier SHADE ;*
 - *de l'entreposage de déchets sodés dans les futurs entreposages « EROS » ;*
- *le démantèlement des structures du bloc réacteur : il s'agit principalement de la carbonatation des résidus de sodium déposés dans la cuve du réacteur, du démantèlement sous eau des structures activées qui y sont implantées, puis du démantèlement de la cuve et du barillet de stockage des éléments combustibles.*

À l'issue de l'ensemble de ces opérations, dont l'achèvement est prévu à l'horizon 2040, les infrastructures des installations NOAH et ELA, créées dans le périmètre de l'INB n°71 pour les besoins du démantèlement à l'extérieur des bâtiments existants, seront déconstruites. Une fois les opérations d'assainissement réalisées, le CEA pourra alors demander l'autorisation de procéder à la radiation de l'INB n°71 de la liste des installations nucléaires de base » [[IRSN, 12/11/14](#)].

Le rapport annuel de l'ASN 2023 indique que « *la construction de l'installation NOAH, qui assurera une partie du traitement du sodium de Phénix et d'autres installations du CEA, a progressé en 2023 avec la poursuite des essais de fonctionnement, préalables à la mise en service prévue en 2028* » [[Rapport ASN, 2023](#)].

Un long chemin reste à parcourir avant le **déclassement de l'ensemble des installations, vers 2050** peut-être (date fixée dans le décret de démantèlement).

Réacteur Superphénix

En 2013, EDF envisageait la « *démolition des derniers bâtiments après l'assainissement de la centrale, la vérification de l'absence totale de contamination et le **déclassement des locaux** antérieurement classés nucléaires* » **aux environs de « 2024-2028 »** [EDF - La déconstruction des centrales nucléaires EDF, avril 2013 (Archive GSIEN)].

Point en 2023 sur le démantèlement avec EDF : « *la centrale a obtenu son décret de démantèlement en 2006. Les principales étapes suivantes ont été réalisées : évacuation du combustible, démantèlement de la salle des machines, vidange des circuits, transformation et élimination du sodium utilisé pour le refroidissement dans tous les circuits, mise en eau de*

la cuve, ouverture, retrait et découpe des bouchons de la cuve. La découpe du bouchon couvercle cœur (pièce de plusieurs centaines de tonnes) est en cours. Les prochaines étapes concernent le démantèlement des internes de cuve (fin prévue à horizon 2026), le démantèlement électromécanique dans le bâtiment réacteur, puis l'assainissement (**le déclassement de l'installation est prévu à horizon 2034**) ».

Le coût du démantèlement est astronomique, « **(environ 2,1 milliards d'euros de coût à terminaison pour un réacteur), en raison du traitement du sodium, très délicat à éliminer, et de la taille des installations, en particulier celle du réacteur (sa cuve est 20 fois plus grande que celle d'un REP 1 300 MW)** » [EDF - [Comptes consolidés 2023](#)].

Implantées à Creys-Malville, les installations sont composées du réacteur (INB 91) et de l'APEC (INB 141) l'Atelier pour l'entreposage des combustibles. D'après le Dossier de presse 2017 de la centrale, l'APEC « **comprend un ensemble d'équipements et plus particulièrement un bâtiment d'entreposage en eau, un bâtiment d'entreposage à sec et le bâtiment de stockage des colis de béton sodé issus du traitement du sodium.**

Les assemblages combustibles partiellement usagés déchargés du cœur du réacteur sont entreposés dans le bâtiment d'entreposage en eau (piscine). Leur déchargement est terminé depuis mars 2003.

Les assemblages combustibles neufs (déjà fabriqués au moment de la décision d'arrêt de la centrale), dont EDF est propriétaire, sont également entreposés dans la piscine de l'APEC.

L'APEC accueille également des éléments acier et certains déchets nucléaires radioactifs issus du démantèlement. Cet entreposage temporaire doit permettre la décroissance radioactive de ces éléments avant leur évacuation vers les filières de stockage spécialisées.

(...)

L'exploitation de l'APEC est autorisée, par décret, jusqu'au 31 décembre 2035. **L'APEC est exclu du périmètre de déconstruction du site.** La surveillance de ses installations sera poursuivie, même après la fin de la déconstruction du réacteur » [EDF, 2017].

Le sodium extrait de Superphénix et transformé en *colis de béton sodé* est entreposé dans un « **bâtiment de 140 mètres de long, 30 mètres de large, d'une hauteur de 20 mètres** » [EDF, Brochure non datée (Archive GSIEN)].

Selon EDF, la gestion du sodium a été une lourde opération mobilisant « **pendant plusieurs années plus de 50 personnes, jour et nuit** » lors des opérations de mise à l'arrêt définitif.

« **Le 22 avril 2009, ont débuté les premiers essais de l'installation de traitement du sodium (baptisée TNA). Cette installation inédite, conçue spécifiquement pour les besoins, a été construite dans l'ancienne salle des machines de la centrale vidée de ses turbines et de ses alternateurs.**

Jusqu'au 10 octobre 2014, TNA n'a cessé de transformer lentement, méthodiquement, les **5900 tonnes de sodium** en soude, puis a injecté cette dernière dans du béton pour fabriquer en bout de ligne des blocs de béton sodé de 1m³. (...)

Au total, un peu plus de **37 500 blocs de béton sodé** ont ainsi été fabriqués et entreposés sur le site, dans un bâtiment construit pour les y accueillir », le bâtiment HB inclus dans le périmètre de l'APEC [EDF, **Le sodium de Creys-Malville, une aventure qui s'achève...**, 2014 (Archive GSIEN)].

Une aventure qui ne s'achève pas vraiment avec le transfert du terme source du sodium du réacteur vers l'APEC, l'INB mitoyenne. Dans son Rapport annuel d'information 2023, la centrale indique la « **quantité entreposée au 31/12/2023** » de déchets radioactifs « **en attente de conditionnement** ». EDF répertorie « **63 853** » tonnes de « **blocs bétons entreposés dans le bâtiment HB** », des déchets radioactifs qui n'entrent dans aucune des différentes catégories de déchets (niveau d'activité et période radioactive) [EDF - [Rapport TSN Creys-Malville 2023](#)].

Or ces déchets étaient pourtant classés TFA en 2018 par EDF : « **Les blocs de béton, de très faible activité, sont entreposés sur le site pendant 30 ans environ, où ils attendront un niveau d'activité proche de la radioactivité naturelle** » [EDF - Rapport TSN Creys-Malville 2017 (Archive GSIEN)].

Le Rapport annuel 2011 d'EDF indiquait que « **l'expédition vers un site de stockage agréé est différée d'une trentaine d'années** » pour les « **blocs de béton sodé issus du traitement du sodium** » [EDF - Rapport TSN Creys-Malville 2011 ([lien AIEA](#))].

Sans connaître l'activité des radioéléments présents dans le sodium traité, il est difficile de se prononcer sur la durée d'entreposage sur le site de la centrale. Si le terme source est du même ordre de grandeur que celui du sodium de Phénix, même en 2050, l'activité radioactive des blocs sodés sera sans commune mesure avec la *radioactivité naturelle* tant en termes de niveau que de radioéléments.

En 2014, la Cour des comptes estimait à « **2046** » la « **Fin de démantèlement** » de l'APEC. Il faudra attendre la construction des nouvelles piscines centralisées à La Hague afin d'accueillir le combustible irradié de Superphénix et d'un centre de stockage adapté aux fluides de refroidissement du réacteur (5900 t de sodium) transformé en plus de 63 000 tonnes de blocs sodés [CComptes, 2014].

Avec un « **Coefficient de charge** » de « **7,9%** » selon l'AIEA, Superphénix n'a pas démontré une grande aptitude à produire des kilowattheures [PRIS AIEA]. Elle semble plus efficace pour découpler la masse de déchets nucléaires...



Chronique des organismes scientifiques indépendants d'information et de contrôle

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



Le Technocentre de Fessenheim

EDF veut libérer des déchets nucléaires dans le domaine public

Laure Barthélemy, Chargée d'étude de dossiers CRIIRAD

(extrait d'un article qui a été publié dans le bulletin Trait d'Union n° 103, septembre 2024)



Un débat public sur le projet Technocentre, une nouvelle installation « de valorisation des métaux très faiblement radioactifs » non loin de la centrale de Fessenheim (Grand Est) se tient du 10 octobre 2024 au 7 février 2025. Malgré le peu d'éléments concrets livrés au public à la veille des débats, le projet, porté par EDF, laisse déjà envisager le pire : derrière le recyclage, l'économie circulaire et la dynamique du territoire se cachent un amoncellement de déchets, une modification du code de la santé et la dissémination irréversible de substances radioactives dans le domaine public.

Le projet de construire un Technocentre à Fessenheim (Grand Est) est dans les tuyaux d'EDF depuis plusieurs années [1]. Il faut dire que les déchets nucléaires s'accumulent, et pouvoir fondre les métaux très faiblement radioactifs pour les revendre ensuite aux industries classiques serait bien pratique. De vieux générateurs de vapeur pourraient alors devenir à terme des poutres de construction, des bancs publics, des chaînes de balançoire, des casseroles, des poignées de portes... En France, il n'existait pas de seuil de libération des déchets nucléaires : tous devaient rester dans cette filière, en dehors des circuits des autres industries. Mais sous

prétexte de s'harmoniser avec nos voisins européens, la possibilité de modifier cette réglementation a été débattue en 2019 lors de la préparation du 5^{ème} plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) et actée en 2022 [2]. EDF n'a toutefois pas attendu les décisions officielles pour imaginer un Technocentre à Fessenheim. Les études ont été lancées dès 2019 et l'industriel a soumis un dossier début 2024 à la Commission nationale du débat public (CNDP). Celle-ci a décidé qu'un débat public était nécessaire au regard des implications, notamment environnementales, d'un tel projet [3]. Il va commencer cet automne et se poursuivra en 2025. Mais les éléments rendus accessibles à la veille de l'ouverture des débats ne livrent pas grand-chose de concret – et surtout ils émanent du porteur du projet. Recyclage, économie circulaire, réduction des émissions de gaz à effet de serre, dynamique du territoire..., tels sont les arguments mis en avant par EDF. Mais qu'en est-il vraiment ? Ce projet est encore flou, et s'il aboutit, il disséminera de manière irréversible une partie des déchets de l'industrie nucléaire dans le domaine public.

Références

1. Synthèse du dossier de saisine de la CNDP, EDF, mars 2024
2. Décret n° 2022-174 du 14 février 2022 relatif à la mise en œuvre d'opérations de valorisation de substances faiblement radioactives ; Décret n° 2022-175 du 14 février 2022 relatif aux substances radioactives éligibles aux opérations de valorisation mentionnées à l'article R. 1333-6-1 du code de la santé publique ; Arrêté du 14 février 2022 fixant le contenu du dossier prévu à l'article R. 1333-6-1 du code de la santé publique
3. La Commission nationale du débat public a décidé d'organiser un débat public pour le projet Technocentre porté par EDF. Ce choix est justifié par les impacts significatifs sur l'environnement. CNDP, février 2024

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



Le démantèlement des vieilles centrales nucléaires, c'est aussi un casse-tête pour les radiobiologistes !

Dr Abraham BEHAR

Dans le roman feuilleton du démantèlement de la vieille centrale des MONTS D'ARRÉE, un événement est venu impacter notre monde des radiobiologistes :

Le démantèlement complet « engendre **un nouveau type de déchets radioactifs, faiblement ou moyennement actifs, mais à très grande durée de vie (dits FMA vie longue)**. Le stockage de ces déchets doit être temporairement assuré par l'installation de

conditionnement et d'entreposage de déchets activés (ICEDA), installation EDF en exploitation dans la centrale nucléaire du Bugey depuis l'automne 2020 (source [ANDRA](#)) » [Wikipédia - Site nucléaire de Brennilis (1)].

Brusquement cette résurgence pose, pour les acteurs sur place, et au-delà pour nous tous, la question d'un possible « Effet cocktail » de ce mélange de radio nucléides ».

C'est quoi au juste un effet cocktail en radioprotection ?

En médecine, cet effet existe pour une certaine forme de surdité : les sujets entendent tout à fait bien les sons d'une conversation normale, mais si elle a lieu dans un brouhaha, brusquement, ces patients n'entendent plus rien.

Le problème ici, soulevé aussi pour les mélanges de toxiques chimiques, a pour officiellement la solution suivante : L'OMS considère que les valeurs guides comportent a priori un facteur d'incertitude suffisamment important, permettant de s'abstraire d'interactions potentielles. Sauf indication contraire, **on considère généralement que les effets sont additifs** (2)

LES RADIONUCLÉIDES AGISSENT ILS EN BANDE OU SEULEMENT EN LOUP SOLITAIRE ?

En fait, les deux !

Pendant de longues années, faute de capacité d'analyse, la radio biologie a minutieusement décrits les effets sur les humains au cas par cas, par exemple l'iode 131 et la thyroïde ; le strontium 90 et les os.

Les choses se brouillent dans d'autres cas, par exemple, le césium 137 est d'une part un « potassium like » et donc se répand dans toutes les cellules, et d'autre part : **Des études chez l'homme ont rapporté que le 137Cs induit une atteinte du système immunitaire, des malformations congénitales ainsi que des troubles neurologiques.** Il semblerait aussi que les enfants soient plus sensibles aux effets toxiques du 137Cs que les adultes.

En 2017, l'IRSN lance une bombe, il y aurait bien à la fois les effets en solitaire des radionucléides, **mais en plus une action en bande, différente et supplémentaire en cas de mélanges des radio toxiques !** (3)

Voici l'essentiel des doutes et aussi des données en faveur d'un supplément d'effets pour ce type de pollution en « cocktail » :

« Il existe très peu d'études combinant plusieurs radionucléides que ce soit en cas d'exposition aiguë ou chronique. La commission internationale de protection radiologique (CIPR) considère l'additivité simple des doses pour la gestion des expositions. Cependant, cette considération ne prend pas en compte plusieurs aspects liés à la problématique des contaminations internes et à la complexité des systèmes biologiques. Le premier aspect non pris en compte est la toxicité chimique de certains nucléides. En effet, même si le strontium et le césium sont considérés comme très faiblement chimio toxiques, il

existe cependant des descriptions d'effets biologiques indésirables de ces nucléides.)

D'où la conclusion de l'IRSN :

Il est donc indispensable que, **en situation post-accidentelle**, cette dimension de multi-pollution radiologique et chimique soit maintenant étudiée, que ce soit pour les aspects de biocinétique et de bioaccumulation ou pour les effets sanitaire. Si l'étude expérimentale des effets sanitaires d'une exposition en situation de pollution multiple reste relativement simple à mettre en œuvre, la multiplicité des contaminants rend l'attribution d'un effet particulier spécifiquement à un polluant donné très difficile, d'autant plus que chacun des polluants peut avoir un mécanisme d'action différent, avec des effets d'interactions importants. Dans ce contexte, il semble intéressant d'utiliser notamment des méthodes d'analyse de masse (méthodes « omiques »), qui puissent permettre à la fois de donner une indication des effets biologiques globaux (4), mais aussi une identification des principales voies physiologiques et métaboliques impactées par une telle multi-pollution. Dans un second temps, cette approche peut être complétée par des analyses ciblées de métabolites qui permettront de mieux comprendre les mécanismes d'apparition de ces effets sanitaires. Mais quelles que soient les méthodes d'analyse utilisées, les modèles expérimentaux utilisés en radio toxicologie doivent maintenant impérativement évoluer vers des études de multi-pollution. »

L'IRSN a effectivement commencé des études sur cette situation complexe. Mais aujourd'hui, aucune chance d'avoir des résultats... car il n'y a plus d'IRSN !!!

BIBLIOGRAPHIE

1. Wikipédia - Site nucléaire de Brennilis « https://fr.wikipedia.org/wiki/Site_nucléaire_de_Brennilis - cite_ref-14 »
2. V. RENAUD-SALIS', F. MENETRIER, A. LEUDET, A. FLURY-HERARD, Évaluation de la toxicité chimique des radionucléides a vie longue sur la base des directives de qualité pour l'eau de boisson fixées par l'OMS, Radioprotection 2002 Vol. 37, no 4, pages 427 à 441
3. S. Musilli, K. Tack et J.-M. Bertho * Co-contaminations radiologiques et chimiques en situation post-accidentelle : données récentes et perspectives, Radioprotection 2017, 52(3), 177-187
4. Grison S, Fave G, Maillot M, et al. 2013. Metabolomics identifies a biological response to chronic low-dose natural uranium contamination in urine samples, Metabolomics 9: 1168-1180.



Contribution de Global Chance

La triple dépendance française en combustible nucléaire

Jean-Claude Zerbib (Global Chance¹)

La France n'ayant plus de mine d'uranium ouverte sur le sol national depuis 2001, la **totalité** de l'uranium utilisé dans les réacteurs d'EDF est importée.

La France procède à l'importation d'uranium naturel sous forme d'uranate (*yellowcake*), *directe* ou *indirecte*. L'uranium est alors acheté, envoyé à un autre État où il subit divers traitements physicochimiques, puis renvoyé en France sous forme d'UO₂ enrichi, voire d'assemblage combustible.

Tous les **tonnages** ci-dessous (uranium, UF₆, assemblages) se rapportent à la quantité d'**uranium contenu**.

1. Tonnage d'uranium acheté par la France

De 2005 à 2020, en 16 années, Orano a importé 138 230 tonnes d'uranium naturel (8 639 t/an en moyenne), de 14 pays dont six pays ont fourni 92,5% : Kazakhstan (20,1%), 1^{er} producteur mondial ; Australie (18,7%) ; Niger (17,9%) ; Ouzbékistan (16,1%) ; Namibie (12,3%) ; le Canada (7,4%).

2. Traitements chimiques réalisés à partir du yellowcake

L'uranium acheté sous forme de *yellowcake* (U_3O_8) est dissous dans de l'acide, puis purifié. Les autres opérations, jusqu'à l' UF_6 livré à l'usine Eurodif-Georges Besse II (GBII) du Tricastin pour être enrichi, sont réalisées en France dans des installations qui ont toutes des capacités permettant de traiter l'ensemble des besoins français. Qu'en est-il en réalité ?

3. Tonnages d' UF_6 et de combustibles français et étrangers utilisés par EDF

UF_6 français et importé, fabrication et emploi de combustible à uranium naturel enrichi (UNE)

| Approvisionnement en UF_6 enrichi et en assemblages combustibles (t/an) | | | |
|---|---------------|-------|-----------------|
| Année | 2016 à 2023 | | 2010 à 2015 |
| GBII - UNE (France) | 485,4 (71,2%) | 681,8 | 658,9 |
| Urenco – UNE (Europe) | 178,8 (26,2%) | | |
| Tenex – UNE (Russie) | 17,6 (2,6%) | | |
| Assemblages UNE fabriqués en France | 678,4 | | 592,6 |
| Assemblages UNE fournis à EDF | 598,3 | | 473,5 |
| Assemblages UNE chargés dans les réacteurs d'EDF | 1 032 (58,0%) | | 1 045,8 (45,3%) |

Sources : *Rapports annuels ASN 2011 à 2023 et Rapport d'information du site Framatome à Romans-sur-Isère 2019 à 2024.*

Pour la période 2016-2023, 681,8 tonnes/an d'uranium enrichi ont été mis en œuvre par Framatome : seuls 71,2% ont été enrichis en France.

Le tonnage annuel moyen d'uranium enrichi en France entre 2016 et 2023 a permis de produire en moyenne 485,4 tonnes enrichies à GBII, cela a nécessité environ 4,0 millions d'UTS, soit **53%** des capacités de GBII (7,5 MUTS).

Plus d'un quart de l'uranium enrichi (28,8%), utilisé sous la forme d' UF_6 puis transformé en France en UO_2 , afin de fabriquer des assemblages UNE, est donc venu de l'étranger (Europe et Russie).

De plus, la totalité de l' UF_6 enrichi en France et à l'étranger (681,8 t/an) ne fournit que **598,3 t/an** d'assemblages UNE sur les **1 032 t/an** (58%) chargées dans les réacteurs d'EDF.

Ainsi, de 2016 à 2023, **moins de 6 assemblages sur 10** utilisés par EDF ont été fabriqués en France. **Plus de 4 assemblages sur 10**, soit **433,7 t/an** (42%), ont été importés.

4. Conclusion

La France se trouve sous une triple **dépendance** en matière de combustible nucléaire :

- Elle est **totale** pour l'approvisionnement en uranium ;
- Elle est **partielle, mais importante**, pour l'enrichissement de l'uranium en isotope ^{235}U . Plus d'un quart (28,8%) de l'*uranium enrichi* sous forme d' UF_6 qui a approvisionné l'entreprise française Framatome de 2016 à 2023, provenait de l'étranger.
- Elle est **partielle, mais importante**, pour la fabrication d'assemblages combustibles. **Plus d'un assemblage sur deux de 2010 à 2015 et près de quatre assemblages sur dix de 2016 à 2023, ont été fabriqués à l'étranger.**

Dans cette triple dépendance, la Russie occupe une position importante.

1. Voir le rapport de Global Chance **La triple dépendance française en combustible nucléaire** par Jean-Claude Zerbib et Bernard Laponche – Octobre 2024.

<https://global-chance.org/LA-TRIPLE-DEPENDANCE-FRANCAISE-EN-COMBUSTIBLE-NUCLEAIRE-Mise-a-jour-le-17-octobre-2024>

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

J'peux pas arrêter, mes piscines sont pleines à craquer

ACRO, Décembre 2024



L'arrêté [1] du 23 février 2017 établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs imposait à EDF de déposer « *avant le 31 décembre 2020 auprès du ministre chargé de la sûreté nucléaire une demande d'autorisation de création pour une nouvelle installation d'entreposage de combustibles usés, ou une demande de modification substantielle s'il s'agit de l'extension d'une installation existante.* » Face à la procrastination de la compagnie, les autorités ont dû lui imposer un calendrier pour éviter le risque de saturation des entreposages [2]. En vain, puisqu'en décembre 2024, EDF n'a toujours rien déposé. Pire, le 15 octobre 2024, EDF et Orano ont annoncé au Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) – où l'ACRO siège – avoir abandonné le projet

de piscine centralisée à La Hague pour le remplacer par les piscines de la future usine de retraitement, qui ne seront pas prêtes avant 2040 [3]. Un nouveau projet dénommé *atelier d'entreposage et de déchargement* (ADEC), pour lequel aucun calendrier précis n'est communiqué.

C'est le manque de foncier à La Hague, qui semble avoir entraîné l'abandon du projet EDF de piscine centralisée, car il est prévu d'y installer les nouvelles usines de retraitement et de fabrication de combustible Mox.

Comme par magie, le risque de saturation des entreposages, prévu, jusqu'à présent, pour l'horizon 2030, a disparu. Ou plutôt, il est repoussé à un horizon plus

lointain. Dans le document présenté au HCTISN, Orano, nouveau porteur de projet, présente plusieurs échéances. Avec la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) actuelle, qui prévoit une réduction de la part du nucléaire dans le mix électrique d'ici 2035, la saturation est prévue pour 2028. Si les réacteurs les plus anciens, qui consomment le Mox, sont prolongés jusqu'en 2040, plus de problème : la saturation n'aura pas lieu avant cette date.

Avec la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), la 3^{ème} PPE a été ouverte à concertation préalable du public du 4 novembre 2024 au 16 décembre 2024 [4]. Vous pouvez donner votre avis, mais, pour la partie nucléaire, EDF et Orano, ont déjà décidé : si la PPE prévoit aussi l'utilisation de Mox dans les réacteurs de 1 300 MWe, la saturation n'aura pas lieu avant 2042. 2045, si on ajoute un traitement optimisé du plutonium. Et au-delà de 2050, si les réacteurs les plus anciens continuent à tourner... EDF et Orano vont donc continuer à utiliser le risque de saturation pour imposer leur politique, indépendamment des résultats de la concertation.

Le choix de construire des nouvelles installations à La Hague n'a fait l'objet d'aucune concertation et a été pris par un petit comité autour du Président de la République, sans prendre la peine de rédiger un communiqué pour justifier cette décision. Leur financement n'est pas trouvé

et leur utilité est douteuse. Rappelons que moins de 1% des combustibles usés est recyclé. Et à la fin de ce siècle, les quelques EPR ne permettront pas de consommer les matières séparées à La Hague.

A court et moyen terme, cette politique est dangereuse car, au moindre pépin sur un maillon de la chaîne de traitement des combustibles usés, les piscines, bien pleines, pourraient saturer très vite, entraînant ainsi un arrêt partiel ou complet du parc nucléaire français. Ces dernières années, face aux déboires de son usine Mélox, Orano n'a pas réduit significativement ses activités de retraitement à cause du risque de saturation, accumulant ainsi du plutonium séparé sans débouché [5]. Dans l'avenir, l'Autorité de sûreté pourrait avoir à arbitrer entre la sûreté nucléaire et la sécurité de l'approvisionnement électrique.

Références

1. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000034080315/>
2. ACRO : *Nucléaire français : la fuite en avant ou l'effondrement*, octobre 2018, <https://www.acro.eu.org/nucleaire-francais-la-fuite-en-avant-ou-leffondrement/>
3. <http://www.hctisn.fr/edf-et-orano-annoncent-a-la-pleniere-du-haut-a370.html>
4. <https://concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr/>
5. ACRO : *Traitement des combustibles nucléaires : quel avenir ?*, juin 2024 <https://www.acro.eu.org/traitement-des-combustibles-nucleaires-quel-avenir/>

NUMEROS DEJA PARUS : <https://www.gazettenucleaire.org/>



La Gazette Nucléaire

2 Allée François Villon – 91400 ORSAY
 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 – 2 Allée François Villon – 91400 Orsay
 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 – 2 Allée François Villon – 91400 ORSAY

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)