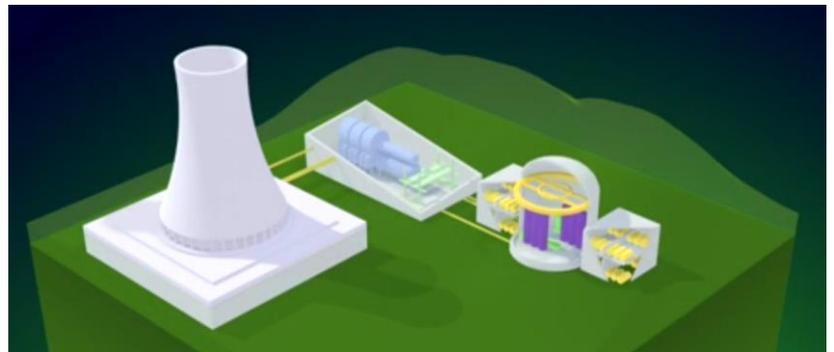


Le démantèlement de la centrale nucléaire de Chooz A

Point à fin octobre 2017

Contexte

Le site de Chooz (on prononce chô) se trouve dans la pointe de Givet du département des Ardennes, cette partie qui s'enfonce dans la Belgique en suivant la Meuse. On trouve sur ce site la Centrale de Chooz A, première manifestation de l'achat de la licence Westinghouse en 1959 actant l'abandon de la filière française à uranium naturel, ainsi que la centrale Chooz B1 du palier N4 de 1450 MW première centrale « française » libérée de la licence Westinghouse, ainsi que sa jumelle Chooz B2, les dernières mises en service en 2000 avec Civaux 1 et 2 en 2002 avant la longue éclipse qui devrait conduire à la mise en service de l'EPR.



À gauche, ce qui est visible du réacteur, à droite, schéma d'une installation dans des cavernes

Chooz A découlait de l'accord Euratom et était franco-belge dans le cadre de la Société Électro-Nucléaire des Ardennes (SENA). Elle avait comme modèle la centrale de Shippingport, modèle lointain puisque cette dernière fonctionnait à l'uranium très enrichi à 93%, ce qui n'était pas le cas de Chooz A qui se limitait à 4.4%¹, taux plus élevé que celui des réacteurs ultérieurs du fait de la présence de gaines en acier inox, plus absorbant neutroniquement que le zirconium utilisé plus tard. C'était une petite centrale PWR à 4 boucles, un prototype, en fait, de 305 MWe, comportant des organes de contrôle constitués de plaques assemblées en croix se glissant entre les éléments combustibles, installée comme illustré ci-dessus dans des cavernes creusées dans la colline sur la rive droite de la Meuse (alors que Chooz B 1 et 2 sont installées dans un méandre de la Meuse sur la rive gauche). Cette technique présentant des avantages en matière de confinement n'a pas été réutilisée depuis, bien qu'elle ait récemment retrouvé des défenseurs.

Les travaux ont commencé en 1962, la mise en service a eu lieu en 1967. En 1991, l'intérêt de transférer le personnel vers Chooz B 1 et 2 dont les travaux avaient commencé respectivement en 1984 et 1985 et la faible rentabilité de la centrale, petite et de technologie dépassée, ont conduit la SENA à arrêter l'exploitation le 30 octobre 1991 après avoir produit 38 milliards de kWh pendant ses 24 ans de service correspondant à un taux de charge peu élevé de l'ordre de 60%.

Phase préliminaire, mise à l'arrêt

Le premier décret de mise à l'arrêt a été publié en 1993

¹Taux de la zone périphérique à l'équilibre. Dans un cœur de petit diamètre, comme celui de Chooz A, les pertes de neutrons par la périphérie sont en valeur relative plus importantes que sur un cœur de plus gros diamètre, et on compense ces pertes par un enrichissement initial plus important des éléments placés en périphérie. Les éléments placés plus près du centre avaient à l'équilibre un enrichissement de 4%.

En octobre 1996, EDF a racheté la totalité des parts belges dans SENA et est devenue seule propriétaire de la centrale, « francisant » ainsi tous les déchets qui ne peuvent donc pas profiter des seuils d'exemption en vigueur en Belgique, comme en a profité le démantèlement du réacteur BR-3 de Mol. Ce n'est pas illogique, dans la mesure où il s'agissait d'une INB de statut français, entièrement située sur le sol français.

Les années 1991 à 1999 ont été mises à profit pour évacuer l'ensemble des combustibles vers la Hague où ils ont été retraités (non sans difficultés de cisailage au HAO du fait de la ductilité des gaines inox). Puis les installations conventionnelles (salle des machines, prise d'eau de refroidissement, auxiliaires, etc.) ont été démantelées de 1999 à 2004. L'intention initiale, compte tenu de la doctrine en vigueur à l'époque, était de mettre en œuvre un démantèlement différé de la partie active pour pouvoir bénéficier de la décroissance radioactive et ainsi faciliter les travaux. Mais sous la pression de l'ASN, en arguant du fait qu'il fallait bénéficier de l'expérience des anciens exploitants pendant qu'ils étaient encore en activité ainsi que des progrès réalisés en matière de technologies de décontamination et de travail à distance, en 2001, EDF a changé sa philosophie et a décidé de mettre en œuvre un démantèlement immédiat le plus rapide possible.

Phase principale.

Les études lancées en 2001 ont débouché en 2007 sur un décret d'autorisation de mise à l'arrêt définitif et démantèlement complet de l'installation. Le décret donne 20 ans pour démanteler les cavernes et les assainir, puis 20 ans supplémentaires pour garantir l'assainissement complet contrôlé sur les drains, renforcer les cavernes pour garantir qu'elles ne s'effondrent pas, en condamner l'accès et démolir toutes les constructions extérieures. Il y a 5 points d'arrêt nécessitant des autorisations séparées sur fourniture de dossier :

- Installation d'une ventilation provisoire.
- Démantèlement du circuit primaire hors cuve.
- Démantèlement de la cuve, des locaux des résines, purges et drains.
- Surveillance de la concentration des drains de rochers en tritium jusqu'à ce qu'elle soit compatible avec l'abandon de leur contrôle avant rejet.
- Démolition des bâtiments et réaménagement du site.

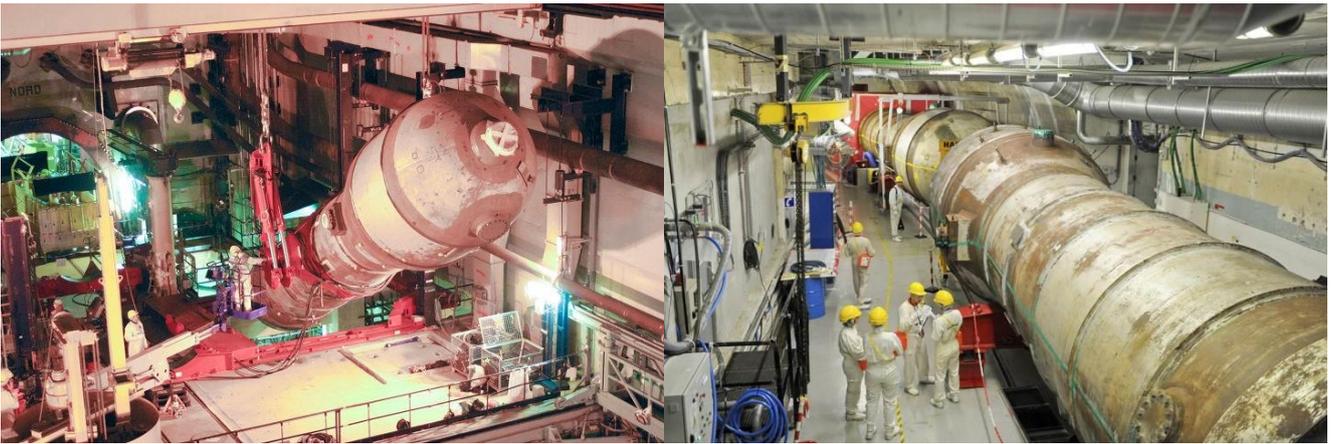
En avril 2009 EDF a passé au GMES WEF (WESTINGHOUSE ELECTRIC FRANCE)/NUVIA le contrat de démantèlement de la cuve et de ses internes ainsi que la conception et la réalisation d'une cellule de conditionnement des déchets permettant le contrôle et le conditionnement en emballages de transport. Le choix de cette association découle du fait qu'elle a procédé avec succès à la découpe par sciage sous eau de la cuve du réacteur Jose Cabrera à Zorita, en Espagne, qui présentait des analogies avec celle de Chooz A². Le GMES soustrait pour partie à AREVA et à ONET. L'opération devrait se terminer en 2020.



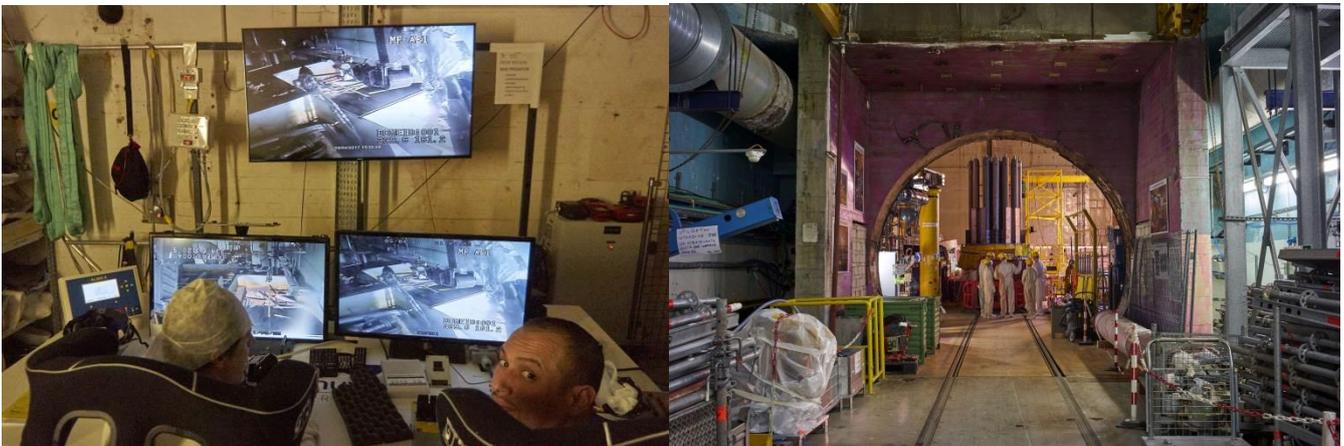
² Il subsiste peu d'informations sur Jose Cabrera : petit réacteur PWR de 175 MWe à une seule boucle, plus moderne que Chooz A avec gainage zirconium. Le choix de WEF tient à la réussite de la découpe d'une petite cuve de PWR.

Le robot Prédator de NUVIA, dans sa version chenillée pour le groupe INTRA (il est à poste fixe a Chooz avec un rayon d'action de 4 m) et son poste de commande

Les opérations se déroulent depuis sans problème majeur. Les cuves de résine et autres équipements contaminés sont en cours de découpe avec le robot Prédator de Nuvia, le pressuriseur et les 4 GV ont été déposés et décontaminés (par AREVA mettant en œuvre un procédé d'origine Siemens qu'elle a déjà largement utilisé sur d'autres réacteurs) puis transportés et stockés au CIRES (stockage TFA) de Morvilliers. Le couvercle entreposé sur le site est destiné à rejoindre les 55 couvercles de réacteurs du parc au CSA de Soullaines-Dhuys où ils sont stockés dans des ouvrages spécifiques. Les segments de cuve et le circuit primaire, une fois découpés devraient rejoindre l'entreposage ICEDA sur le site de Bugey en attendant la disponibilité du stockage profond auquel ils sont destinés. La disponibilité d'ICEDA, qui est confronté à des difficultés administratives, pourrait poser problème, le décret de démantèlement de Chooz A n'autorisant pas plus de 2 ans d'entreposage de déchets sur le site.



GV en cours d'extraction et dans le tunnel d'accès en attente d'évacuation



Découpe à distance des cuves de résine.

Couvercle déposé en attente d'évacuation

La synthèse de l'inventaire ANDRA à fin 2015 (dernière édition publiée) donne les informations suivantes pour Chooz A à fin 2014.

Classification déchets	masse totale de déchets à produire sur l'opération de démantèlement de Chooz A (t)	masse de déchets bruts évacués en cumulé à fin 2014 (t)	% déchets évacués
MA-VL	20	/	0
FMA-VC	2 360	485	20
TFA	7 830	3440	45

On distingue en France 6 catégories de déchets en fonction de leur période radioactive (inférieure ou supérieure à 100 jours et à 30 ans) et de leur niveau de radioactivité spécifique exprimée en Becquerels par gramme. Ceux qui sont présents à Chooz A sont les :

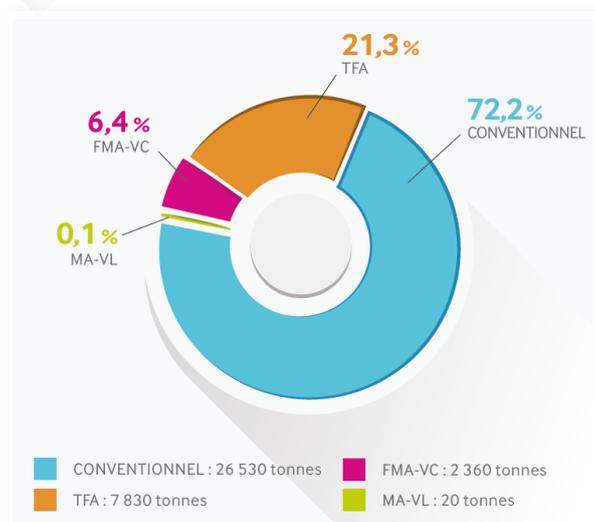
TFA : Très Faible Activité (inférieure à 100 Bq/g), période supérieure à 100 jours, destination le CIRES, centre de stockage TFA de surface de Morvilliers et La Chaise.

FA-VC : Faible Activité (inférieure à 1 million de Bq/g), Vie Courte, période inférieure à 30 ans, destination Centre de stockage FMA de l'Aube à Soulaines.

MA-VC : Moyenne Activité (inférieure à 1 milliard de Bq/g), Vie Courte, période inférieure à 30 ans destination Centre de stockage FMA de l'Aube à Soulaines.

MA-VL : Moyenne Activité Vie Longue période supérieure à 30 ans, destination stockage profond CIGEO.

LE BILAN DES DÉCHETS PRODUITS SUR LE SITE DE CHOOZ A



De son côté, EDF fournit des valeurs à fin 2016, difficilement comparables car exprimées pour la plupart en colis :

QUANTITÉS DE DÉCHETS ENTREPOSÉES
AU 31 DÉCEMBRE 2016 POUR L'UNITÉ
EN DÉCONSTRUCTION DE CHOOZ A

LES DÉCHETS EN ATTENTE DE CONDITIONNEMENT		
CATÉGORIE DÉCHET	QUANTITÉ ENTREPOSÉE AU 31/12/2016	COMMENTAIRES
TFA	544,9 tonnes	Gravats, métaux, amiante
FMAVC (Liquides)	175,3 tonnes	Boues, huile
FMAVC (Solides)	97,2 tonnes	-
MAVL	2 objets	Etuis de crayons source

LES DÉCHETS CONDITIONNÉS EN ATTENTE D'EXPÉDITION		
CATÉGORIE DÉCHET	QUANTITÉ ENTREPOSÉE AU 31/12/2016	TYPE D'EMBALLAGE
TFA	58 colis	Big-bags, casiers, fûts métalliques, pièces monobloc
FMAVC	4 colis	Coques béton
	82 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
	24 colis	Autres (caissons, pièces massives...)
FAVL		Néant
MAVL		

NOMBRE DE COLIS ÉVACUÉS ET SITES D'ENTREPOSAGE	
SITE DESTINATAIRE	NOMBRE DE COLIS ÉVACUÉS
Cires à Morvilliers	92
CSA à Soulaines	359
Centraco à Marcoule	206

Les déchets solides sont en général immobilisés dans du ciment en fûts métalliques, les déchets liquides et organiques sont incinérés dans l'installation Centraco et ce sont les cendres, mâchefers et scories en résultant qui sont immobilisés dans du ciment en fûts métalliques à destination du CSA de Soulaines.

Planning

L'IRSN a publié en avril 2016, dans un article dédié au démantèlement de Chooz A, un planning implicitement obsolète, puisqu'il prévoit la fin du démantèlement de la cuve en 2015, alors que le texte annonce « *Le démantèlement de la cuve doit désormais s'achever en 2019* » et que la presse, à la suite de visites du site, annonce plutôt 2020, avec un planning qui serait aujourd'hui en avance d'un an. Il est donc difficile de se faire une idée précise, néanmoins le chantier progresse visiblement et devrait sans problème tenir les échéances du décret (2027 pour le démantèlement-assainissement, 2047 pour le retour à un état non-nucléaire). Il n'est pas impossible que le glissement par rapport au premier planning soit dû au temps nécessaire à fournir un dossier de sûreté qui satisfasse l'ASN et à la durée de traitement de celui-ci. EDF s'efforce maintenant, dès qu'un point d'arrêt a été levé, de préparer le dossier nécessaire à la levée du point suivant.

Il n'y a eu aucune déclaration d'évènement significatif et les lettres de suite d'inspection de l'ASN ne mentionnent que des points mineurs.

Coûts

Il est encore plus difficile de se faire une idée du coût de l'opération puisqu'EDF ne communique de manière globale que sur les provisions pour 9 réacteurs hors paliers PWR (6 réacteurs UNGG, EL4 à Brennilis, Chooz A et SuperPhénix) dont les coûts sont certainement très différents les uns des autres avec une provision de 2.99 M€ (milliards d'€ au 31 décembre 2015), provision qui ne couvre vraisemblablement pas la totalité des coûts. La provision pour les paliers est de 11.95 M€ pour une dépense totale estimée à 19 M€ soit 309 €/kWe installé. La question des coûts du démantèlement est complexe, la meilleure analyse disponible en est probablement le rapport d'information déposé à l'Assemblée Nationale par la mission d'information relative à la faisabilité technique et financière du démantèlement des INB présenté par J. AUBERT le 1^{er} février 2017[1].

Conclusion

C'est une opération qui se déroule dans des conditions tout à fait normales, qui laisse augurer d'une suite favorable pour le démantèlement des réacteurs des paliers, lorsque ceux-ci seront nécessaires. Par contre, aucun enseignement ne peut en être tiré pour le moment pour ce qui est du coût de l'opération.

Les références en matière de démantèlement de réacteurs à eau légère sont peu nombreuses et disparates. En Europe, seuls de petits réacteurs de première génération ont été totalement démantelés (la date est celle de la fin du démantèlement, si elle est connue) :

- Kahl, BWR 15 MWe, Allemagne
- Niederaichbach, 100 MWe, Allemagne, 1995
- Gundremmingen A, BWR, 237 MWe, Allemagne, 2006³
- Jose Cabrera, PWR, 175 MWe, Espagne, démantèlement non terminé
- Greifswald, VVER, 4+1 x 408 MWe, Allemagne, démantèlement non terminé.

Aux États-Unis, par contre, en plus de l'anecdotique Nuckey Poo (Traduction littérale : « Caca nucléaire » !)⁴ dont le site a été entièrement nettoyé entre 1973 et 1979, 12 réacteurs ont été entièrement démantelés :

- Big Rock Point, BWR, 67 MWe

³ Ce réacteur a été détruit par une erreur d'exploitation qui a noyé toutes les installations à la suite d'un court-circuit sur les lignes externes. Il n'est pas certain que son démantèlement soit total, la création d'un centre technique en 2006 excluant le bâtiment réacteur.

⁴ Réacteur PWR de type PM3A de 1.8 MW, non confiné, installé sur la base antarctique de Mac Murdo entre 1962 et 1972, dont les fuites ont lourdement contaminé l'environnement et le personnel.

- Elk River, BWR, 22-24 MWe cycle mixte U-Th
- Connecticut Yankee à Haddam Neck, PWR, 619 MWe, 2007
- Maine Yankee, PWR, 900 MWe, 2005
- Pathfinder, BWR, 59 MWe,
- Rancho Seco, PWR, 913 MWe, 2009 (les tours de refroidissement subsistent)
- San Onofre 1, PWR, 436 MWe,
- Saxton, PWR, 3.3 MWe,
- Shippingport, PWR, 60 MWe, 1990
- Shoreham, PWR, 820 MWe, jamais mis en service
- Trojan, PWR, 1130 MWe, 2008 (la cuve est toujours en place)
- Yankee Rowe. PWR, 167 MWe.

Onze réacteurs ont été partiellement démantelés et sont coconnés dans l'état dit « Safestor ». Un seul réacteur a été bétonné pour un stockage sur place, c'est le réacteur BWR Bonus à Porto Rico[2].

Parmi les réacteurs entièrement démantelés, on trouve des réacteurs de production comparables à ceux qui sont en service actuellement, néanmoins les différences de conception et de technologies de démantèlement rendent difficile toute comparaison. Ces exemples montrent cependant que le démantèlement est techniquement et financièrement réalisable dans des délais raisonnables, pour autant que les autorisations soient accordées et que les exutoires de déchets soient techniquement et administrativement disponibles.

RÉFÉRENCES

[1] <http://www.assemblee-nationale.fr/14/rap-info/i4428.asp>

[2] Ces informations proviennent du site WNA, page <http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/decommissioning-nuclear-facilities.aspx>