**2013- Démantèlement ou déconstruction**

**Quelques réflexions sur le démantèlement ou la déconstruction des Installations Nucléaires de Base (INB)**

par [Jean-Paul MARTIN](http://www.arill.fr/documents/2012-mix-et-transition-energetique/jean-paul-martin/)  
23 juin 2013

**Résumé**

La "déconstruction" ou le "démantèlement" des Installations Nucléaires de Base (INB) est un thème très médiatisé. Cette opération, généralement très longue et compliquée, est parfois beaucoup plus simple comme dans le cas du RHF, le réacteur de l'ILL dont le coeur a été démantelé et reconstruit en 4 ans. Les cas de déconstructions réussies sont peu nombreux et on expliquera pourquoi et ce qu'ont de particulier des installations comme Siloé (CEA) et le RHF (ILL).  
Ce texte ne prétend pas être exhaustif, notamment compte tenu du nombre croissant d'exposés sur le sujet. Il a pour objectif de préciser quelques points incontournables si l'on souhaite mener à terme une opération de déconstruction. On verra qu'il est extrêmement ambitieux de vouloir ramener l'emplacement d'une INB à "l'herbe" du site, c'est-à-dire à la situation initiale du terrain avant construction. On discutera le bénéfice espéré et les problèmes posés par l'absence en France d'aire de stockage en profondeur pour les déchets moyenne activité et faible activité à vie longue.

**1. Généralités**

Plusieurs termes peuvent être utilisés pour désigner les opérations dites de "démantèlement" ou de "déconstruction" des installations nucléaires et il convient tout d'abord de savoir quel est l'objectif poursuivi, démontage qui peut-être destiné à un arrêt de fonctionnement provisoire ou définitif.

Par exemple, dans le cadre de la pression foncière due à l’urbanisation croissante, des installations telles que celles du Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble ou celles de Fontenay-aux-Roses étaient arrivées à leur terme de fonctionnement, soit par manque d'intérêt technique (les demandes d'irradiation ou de fonctionnement avaient fortement diminué), soit parce que, technologiquement parlant, les installations étaient devenues obsolètes. Ou encore parce que la conjonction des deux éléments avait conduit certaines installations à être déplacées vers d'autres centres nucléaires (maquettes critiques par exemple).  
Dans tout ces cas, la déconstruction conduira à rendre la zone à nouveau accessible au public et, dès lors, l'opération sera longue (voir ci-après une partie des raisons de ce délai).

Dans un autre cas, les installations techniques auront accompli leur temps d'usage, et ne seront plus productrices d'énergie ou de matières. Il conviendra alors de les mettre en état sûr, aux plans nucléaires et radiologiques, mais sans viser la récupération urbaine et/ou publique du terrain. Remarquons à ce stade, que la mise à l'arrêt de l'installation en état sûr est déjà une étape très importante vis-à-vis des populations.

Enfin, il pourra exister des installations qui seront arrêtées de façon définitive sur accident. Dans ce cas les opérations viseront à rétablir une situation globalement sûre sans qu'il faille envisager le redémarrage de l'installation. Les travaux à effectuer seront alors des travaux de confortement de la sûreté vis-à-vis des populations ou des exploitants dédiés à la surveillance.

**2. Les critères**

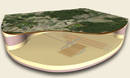
[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_Cigeo-diagram_2c783f98bf.jpg)

Diagramme du projet CIGEO  
©ANDRA www.cigéo.com

Il existe au moins deux critères qui sont impératifs et un troisième qui constituera une astreinte. Ce sont :

1. le niveau d'accessibilité en matière de techniques d'intervention et cela en regard des sources radioactives existantes (elles peuvent être très puissantes et d'un niveau radiologique très élevé).
2. la limite acceptable et réglementaire du taux d'irradiation ou de contamination auxquels seront soumis les travailleurs qui se livreront à ces opérations techniques.
3. la possibilité  d’entreposer ou de stocker les colis de déchets radioactifs ainsi produits (voir la définition des notions d'entreposage et de stockage à la fin de cette note).

En effet, concernant l'application du troisième critère, il existe aujourd'hui des limites étroites pour gérer ces colis radioactifs.

Par exemple, il existe au moins quatre catégories de déchets. Or

* les déchets de haute et moyenne activité à vie longue ne peuvent pas être stockés faute de sites dédiés (le site CIGEO à Bure sera peut être opérationnel en 2025 ?).
* les déchets tels que déchets graphite ou radifères attendent également la création d'un site dédié.

En conséquence ces déchets ne peuvent être aujourd'hui qu'entreposés précisément sur le site des INB en cours de déconstruction. Seuls les déchets de faible et moyenne activité ou de très faible activité à vie courte peuvent être stockées sur les sites de l'ANDRA, à Soulaines et à Moronvilliers. Or les déchets de haute activité à vie longue représentent 95 % de la radioactivité présente dans l'INB, mais seulement 0,2 % en volume de la totalité des déchets radioactifs. Les déchets de moyenne activité à vie longue représentent 3,6 %  du volume de la totalité des déchets nucléaires et 4,9 % environ de la radioactivité totale. Les autres déchets représentent 95 % en volume mais moins de 1 % de la radioactivité totale !

Il apparaît donc une importante limitation à la déconstruction des installations nucléaires pour rendre le site accessible au domaine public, elle réside dans la non-existence des zones de stockage des colis dans un site dédié. En effet, déconstruire une installation pour entreposer sur place les colis produits, c'est-à-dire dans l’INB, ne présente guère d'intérêt dans la mesure où l'arrêt de l'installation a été conduite de façon à la situer déjà en état sûr.

**2.1 Cas des réacteurs Graphite Gaz de EDF et du CEA**Huit réacteurs sont à l'arrêt actuellement et représentent environ 16 500 tonnes de graphite et 380 000 tonnes de béton précontraint, uniquement pour le béton des caissons coeur, ce qui constitue déjà une quantité très importante de matériaux devant être stockée ou entreposée.   
Or il n'y a pas d'aire de stockage pour les déchets haute activité (HA) et moyenne activité à vie longue (MA/VL) et pas non plus de stockage pour l'empilement graphite du coeur du réacteur. Alors, pourquoi démanteler ces structures actives pour les entreposer ensuite sur le même site ?

**2.2 Cas d'un réacteur de 1000 MWé à eau légère**La masse de déchets HA-MA/VL sera de l'ordre de 7000 tonnes (dont 6000 de métal) par rapport à 300 000 tonnes de béton de déchets quasi inactifs ou décontaminés.  
Quel serait alors l'intérêt de créer des déchets de moyenne et faible activité à vie courte alors que l'essentiel des sources de radioactivité serait nécessairement entreposé sur l’INB ?

**3. Les opérations**

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_Vitrification-1_e1c731bc54.jpg)

Atelier de vitrification  
Areva

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_Vitrification-2_b579041798.jpg)

Un colis de déchets nucléaires vitrifiés  
[www.vosgesmatin.fr](http://www.vosgesmatin.fr" \t "_blank)

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_Brennilis-1_f965fa07fa.jpg)

La centrale de Brennilis partiellement démantelée  
Photo Béatrice Le Grand

**3.1. Cas d'un réacteur électro-nucléaire, obsolète du point de vue technique**

Par exemple prenons le cas d’un réacteur de la chaîne uranium naturel - graphite gaz qui n'a pas subi durant son existence de fusion partielle ou complète d'éléments combustibles dans l'empilement graphite, qui est donc dit "propre" dans notre jargon.

Sa mise à l'arrêt définitive conduira à décharger le combustible et à l'envoyer dans un Etablissement de retraitement des combustibles usés (AREVA), ce qui permettra de séparer l'uranium et le plutonium, d'une part (matières valorisable dédiées à des entreposages réglementaires), et d'autre part des produits de fission qui seront conditionnés dans des colis dits "vitrifiés" de haute activité à vie longue, dédiés également à un entreposage réglementaire. Les combustibles usés et non retraités seront également évacués et entreposés dans des piscines dédiées à cet usage.

Démanteler le réacteur consisterait donc à créer des déchets d’un très grand volume et de faible radioactivité en attendant leur "libération" après décontamination et qui  pourraient être envoyés à l'ANDRA pour y être stockés.

Par contre les déchets de forte activité d'origine technique resteraient obligatoirement entreposés sur le site du réacteur en attendant la mise en service d'un stockage profond tel que CIGEO. De même, le graphite de l'empilement neutronique attendrait la création d’un stockage dédié, non encore décidé à ce jour.

Quel serait donc l’intérêt industriel et économique d'une telle opération dès lors que :

* les terrains d'implantation du réacteur ne peuvent être rendus en accès public du fait des colis entreposés.
* il faut trois périodes de décroissance naturelle des produits d'activation à vie courte (tout est relatif, il s'agit en moyenne de périodes de 30 ans) pour obtenir une diminution du débit de dose radioactive de l’ordre de 90 %.

Toutefois cette hypothèse, très plausible, a été écartée officiellement dans le cadre de l'étude projet de démantèlement du réacteur EL4 de Brennilis dont le déroulement constitue précisément un élément de démonstration.

En effet, cette "déconstruction", qualifiée alors de modèle de démantèlement, a été lancée en 1985 avec l'objectif d'un retour "à l'herbe". Si les phases une et deux, concernant les matériels à l'extérieur du bâtiment réacteur ont fini par aboutir en 2005, la phase trois essentielle (qui concerne les matériels à l'intérieur de l'enceinte du réacteur) n'est toujours pas entamée. Outre des vicissitudes administratives, le principal obstacle est constitué par l'absence de sites de stockage des déchets de moyenne et faibles activité à vie longue. Et remarquons qu'il a déjà été dépensé de l'ordre de 500 millions d'euros d'après la Cour des Comptes !

Ces quelques raisons peuvent expliquer le temps long, quelquefois très long, nécessaire pour ramener le site d'un réacteur électronucléaire qui serait totalement déconstruit, à un niveau radiologique permettant de l'ouvrir au public. Le site de Brennilis en est la preuve.

Remarquons aussi qu'en France il n'a pas été retenu la notion "d'exemption" ou de "libération" des matériaux issus d'une INB et susceptibles de retourner dans les circuits normaux et industriels des déchets, contrairement à d'autres pays. En France tout doit être conditionné en qualité de déchets en provenance d'une installation nucléaire de base. (La libération consiste en la levée du contrôle réglementaire appliqué aux matériaux radioactifs tandis que l'exemption indique qu'il n'y a pas de contrôle réglementaire à effectuer, la source ayant une activité radiologique trop faible).

[](http://www.arill.fr/fileadmin/medias/documents/autres_docs/Martin-JP/Siloe-site.jpg)

Siloé - Le site du réacteur de recherche (CEA)  
[lessor.fr/2011](http://lessor.fr/2011" \t "_blank)

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_Siloe-decuvelage_55ec0c5df7.jpg)

Siloé - Décuvelage téléopéré de la piscine  
[www.enerzine.com](http://www.enerzine.com" \t "_blank)

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_Siloe-deconstruction_2a1269e110.jpg)

Siloé - démolition du bâtiment  
[www.ledauphine.com](http://www.ledauphine.com" \t "_blank)

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_RHF-1-decoupe_0f3c7c3875.jpg)

RHF- découpe sous eau du bidon du réacteur  
1993, photo ILL

[](http://www.arill.fr/fileadmin/medias/documents/autres_docs/Martin-JP/RHF-2-decontamination.jpg)

RHF- décontamination des parois du bidon  
1993, photo ILL

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_RHF-3-cuve_32f885289f.jpg)

RHF - Le travail dans la cuve découpée  
1993, photo ILL

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_RHF-4-cuve_72af28e678.jpg)

RHF - Cuve totalement démantelée  
1994, photo ILL

[](http://www.arill.fr/typo3temp/_processed_/csm_RHF-5-bidon_ae54d7f619.jpg)

RHF - Mise en place du nouveau bidon réacteur  
1994, photo ILL

**3.2. Cas des réacteurs expérimentaux**

Le coeur d'un réacteur de recherche est en général placé dans une piscine emplie d'eau légère et dont le rayon géométrique est suffisant pour éviter l'activation de la paroi de la piscine (les neutrons ont un temps de vol limité dans le milieu eau légère). Ce n'est pas le cas des réacteurs électronucléaires dont la cuve est protégée d’une activation neutronique importante grâce aux boucliers internes qui eux s'activent fortement et ne sont guère démontables.

Réacteurs Siloé du centre d'études nucléaires de Grenoble

* L'opération de démantèlement du réacteur Siloé du centre d'études nucléaires de Grenoble a été longue (12 ans). Ce délai ne résulte pas de la nature des structures de coeur qu'il a fallu déconstruire (voir ci après l'analogie avec les structures du Réacteur à Haut Flux), qui ont été réalisées également en alliage d'aluminium, mais de la structure en béton précontraint de la piscine et du canal. En effet les parois de ces bassins étaient revêtues d'un carrelage en céramique avec une couche de résine époxy. Malheureusement des infiltrations d'eau contaminée en provenance de la piscine et du canal, au travers du carrelage, furent nombreuses et durables. Cette situation entraîna un énorme travail de déconstruction pour évacuer les déchets contaminés. C'est une des raisons importantes des délais longs pour ce démantèlement, encore que les quantités mises en jeu ne furent jamais excessives si l'on compare à des réacteurs du type électronucléaires (voir plus haut).
* La nécessité d'une amélioration de l'étanchéité des parois est apparue assez vite puisque, pour le réacteur OSIRIS, dont le projet fut décidé juste après SILOE, les parois de la piscine et du canal ont été réalisées en tôles d'acier inoxydable et celles des bacs de désactivation en tôles d'acier au carbone revêtues  de résine époxy.

Réacteur à Haut Flux (RHF) à Grenoble

* Il convient de rappeler un certain nombre de points techniques. Le revêtement de la piscine et du canal sont totalement réalisés en tôles d'acier inoxydable, parfaitement étanche du fait de sa plasticité et de son inaltérabilité à la corrosion. Dès lors ce revêtement empêche toute infiltration d'eau contaminée vers les structures en béton.
* Le Réacteur à Haut Flux de l'Institut Laue-Langevin est un réacteur de recherche qui a été conçu pour être démontable et remplaçable pour toute la partie coeur et pour les structures soumises au flux de neutrons (activation prolongée). Ce flux neutronique est en général supérieur à celui régnant dans les réacteurs à caractère électronucléaire. Ceci conduit d'ailleurs à une durée de vie moindre des réacteurs expérimentaux à cause de la transmutation des matériaux et à l'accélération de la modification du réseau cristallin des métaux sous rayonnement.
* Le coeur d'un réacteur de recherche est en général placé dans une piscine emplie d'eau légère et dont le rayon géométrique est suffisant pour éviter l'activation de la paroi de la piscine (les neutrons ont un temps de vol limité dans le milieu eau légère). Ce n'est pas le cas des réacteurs électronucléaires dont la cuve est protégée d’une activation neutronique importante grâce aux boucliers internes qui eux s'activent fortement et ne sont guère démontables.
* Pour le cas spécifique du RHF :
  + seul le passage des "canaux à neutrons" peut présenter quelques difficultés dues à l'activation si la protection neutronique circulaire de ces "canaux à neutrons" n'a pas été suffisante. Mais il s'agit en général d'une difficulté locale, comme celle que nous avons rencontrée pour le canal froid H1H2.
  + ces structures de type RHF sont généralement réalisées essentiellement en alliage d'aluminium, dont la découpe pourra être beaucoup plus facile que les fortes épaisseurs d'acier de l'enveloppe sous pression des réacteurs électronucléaires.
  + la possibilité de travailler "sous eau" permet une excellente protection des travailleurs. On ajuste la couverture d'eau au-dessus des pièces que l'on vise à extraire au fur et à mesure de la progression de la découpe.
  + après extraction des éléments combustibles, l'irradiation n'a produit que des radioéléments à vie courte donc stockables pour la majorité des colis qui correspondent à des définitions standards.
  + le volume des matériaux est réduit, donc le travail et la durée d'extraction de celui-ci est relativement maniable et en générale assez courte.
  + enfin l’INB reste, et doit rester opérationnelle, puisqu'il ne s'agit que de remplacer les structures fragilisées pour redémarrer ensuite l’installation. Donc il ne s'agit pas de déconstruire une INB pour rendre le terrain urbanisable et accessible au public, mais simplement de rendre à nouveau opérationnelle l'installation technique d'origine.

**4. Conclusion**

La "déconstruction" d'un réacteur électronucléaire ou d'une installation de retraitement de combustibles exige de pouvoir stocker les déchets sous forme de colis HA-MA/VL (voir pour exemple, le démantèlement de l'usine EUROCHEMIC à Dessel en Belgique dont l'opération a démarré en 1990 et qui se poursuit ; voir également le cas de l'usine UP1 à Marcoule dont le démantèlement a démarré en 1997 et qui est prévu pour durer jusqu'en 2040), c'est-à-dire de disposer de stockages dédiés. Comme ce n'est pas le cas aujourd'hui, il convient d'entreposer encore et encore. En l'occurrence, font défaut aujourd'hui un stockage profond (CIGEO) ou des stockages dédiés (radifère-graphite)

Dans ces conditions, il paraît extrêmement difficile de rendre, le terrain de l'emplacement de l’I.N.B à un niveau radiologiquement acceptable pour le public (urbanisation éventuelle). Faute de pouvoir évacuer les colis en question, on est dans l'obligation de les entreposer dans la zone d'emprise de l’INB.

En outre, en dehors des opérations courantes de maintenance, les réacteurs électronucléaires n'ont pas été conçus pour être aisément démontables après mise à l'arrêt de l'installation.  
Après les opérations de mise à l'arrêt définitive, il n'est donc pas significatif de "déconstruire" puisque, faute de zones de stockage, il conviendra de "loger" les déchets de haute activité à vie longue dans l’emprise de l’installation nucléaire de base (INB) elle-même. Et cela durant de  longues années puisque CIGEO sera au mieux  opérationnel en 2025. Et quant aux stockages complémentaires dédiés, ils sont toujours en étude.

Par contre la remise en état de fonctionnement de structures ne conduisant qu’à des colis de déchets de moyenne activité à vie courte, est tout à fait possible, telle que celle-ci a été faite de 1992 à 1995 pour la déconstruction et la reconstruction des structures contenant le coeur du RHF. La durée de l'opération n'est alors dictée que par les possibilités technologiques d'extraction et de conditionnement des structures  incriminées. En effet, le stockage des colis est donc cette fois possible à Soulaines et à Moronvilliers.

**N.B.- Le choix des mots : entreposage ou stockage**

Le **stockage** consiste à placer les colis de déchets radioactifs dans une installation assurant leur gestion à long terme. Pour protéger les personnes et l'environnement, des barrières sont interposées qui sont aptes à confiner la radioactivité sur la durée.  
Cette étape incombe à l'ANDRA (loi du 30 décembre 1991) en charge de la gestion à long terme des déchets radioactifs.

L'**entreposage** constitue quant à lui une étape intermédiaire du processus de gestion. Il consiste à placer, pendant une période donnée, les colis de déchets dans une installation assurant la protection de l'homme et de l'environnement, avec l'intention de les reprendre par la suite en vue d'un complément de gestion.  
Les entreposages sont conçus, construits et gérés par les producteurs de déchets (EDF, AREVA, CEA) à proximité des lieux de conditionnement des déchets.

MARTIN Jean-Paul -retraité du Commissariat à l'Energie Atomique-

Membre des trois Commissions Locales d'Information (CLI) du Cotentin en qualité de représentant de l'Association des Ecologistes Pour le Nucléaire. (AEPN).



Jean-Paul MARTIN

**PDF du document**

[Fichier de 112 kb](http://www.arill.fr/fileadmin/medias/documents/autres_docs/Martin-JP/Reflexions-sur-Demantelement.doc), sans les illustrations.

Dernière mise à jour : 23 June 2013

Copyright © 2013