

Feuille d'information

Février 2018

Désaffectation et démantèlement des centrales nucléaires

A la fin de sa durée de vie, une centrale nucléaire est définitivement mise hors service puis est démantelée, et le site peut à nouveau être utilisé sans restriction. Les travaux de désaffectation et de démantèlement produisent des déchets radioactifs qui doivent alors faire l'objet d'une gestion appropriée. Les coûts occasionnés par ces travaux sont à la charge des exploitants des centrales, qui cotisent à deux fonds déjà durant le fonctionnement de l'installation. La grande majorité du matériel de démolition n'est quant à lui pas radioactif. Les autorités sont chargées de la surveillance de la sécurité, et ce également durant toute la durée du démantèlement.

Comme la plupart des installations techniques, les centrales nucléaires ont elles aussi une durée d'exploitation limitée. Le législateur suisse ne prescrit pas de durée définie, et en Suisse, une centrale peut fonctionner tant que la sécurité est garantie.

Les centrales nucléaires suisses font l'objet d'une maintenance minutieuse et d'une actualisation permanente. Ces mesures doivent être comprises comme un investissement qui permet d'accroître toujours plus la sécurité et la disponibilité des installations. Depuis plus de deux décennies, des contrôles systématiques des constructions, systèmes et composants importants sur le plan de la sécurité sont mis en place dans le cadre d'un programme de surveillance du vieillissement. Cette maintenance soignée et ces travaux de modernisation permettent de prolonger la durée d'exploitation technique d'une installation.

Financement prévisionnel

La loi prévoit que la responsabilité des exploitants s'étend sur tout le cycle de vie d'une centrale, y compris durant les phases de post-exploitation, de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs. Pour financer ces travaux, les exploitants constituent chaque année des provisions, et ce tout au long de la durée d'exploitation des installations. Ces moyens financiers, qui ne sont utilisés pour le démantèlement et la gestion des déchets qu'après l'arrêt du fonctionnement de puissance des installations, sont transférés dans des fonds appropriés.

Les coûts du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs s'établissent en moyenne à un centime le kilowattheure de courant nucléaire. Ils sont pris en charge par la génération actuelle, qui profite de la production d'électricité des centrales nucléaires.



Démontage par étapes: travaux de démantèlement dans une centrale nucléaire allemande de 1300 MW.

Photo: KKW Mülheim-Kärlich

Calcul périodique des coûts

Le calcul des coûts de désaffectation se base sur les coûts et prix suisses, eux-mêmes calculés par rapport aux valeurs empiriques obtenues en Allemagne. Le plan de désaffectation est établi lorsque la centrale est en exploitation. Il détaille les différentes étapes de travail, le besoin en personnel ainsi que le temps nécessaire.

Ce plan est régulièrement actualisé en fonction du dernier état de la technique, et les expériences sont tirées de projets de désaffectation en cours en Allemagne. Il est également pris pour base dans le calcul des coûts de désaffectation. Cette procédure garantit une estimation réaliste des coûts attendus.

Les coûts de la désaffectation sont couverts par le fonds de désaffectation. Ils sont compris entre 500 et 900 millions de francs par installation selon la taille de la centrale, et sont répartis sur les 15 à 20 ans qui suivent l'arrêt définitif de celle-ci. Si l'on compare avec les coûts du démantèlement à l'étranger, il faut noter que, contrairement à la Suisse, dans les autres pays, les «coûts de la désaffectation» se rapportent souvent à la phase de désaffectation *et* de post-exploitation. En Suisse, les coûts de la mise en place et du maintien de la post-exploitation sont directement pris en charge par l'exploitant; ils ne sont pas provisionnés dans le fonds de désaffectation.

Phase de post-exploitation

Plusieurs années déjà avant l'arrêt définitif du fonctionnement de puissance, les exploitants établissent les documents relatifs au projet de désaffectation et les remettent aux autorités pour examen et validation. Sur cette base, le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) remet ensuite une décision de désaffectation.

La post-exploitation commence au moment où la centrale nucléaire cesse définitivement le fonctionnement de puissance (cf. graphique p. 3). Elle dure entre deux et trois, selon l'installation. Au cours de celle-ci, le combustible est retiré de la cuve de réacteur et placé dans la piscine de refroidissement de la centrale. Il est ensuite conditionné dans des conteneurs de transport et de stockage puis est acheminé jusqu'à un dépôt intermédiaire indépendant

du bâtiment réacteur dans le but que l'intérieur de l'installation soit au final complètement exempt de tout matériau hautement radioactif. Il est procédé parallèlement à la gestion des résidus d'exploitation de faible et moyenne radioactivité et à la mise hors service des systèmes inutilisés.

Démantèlement de l'intérieur vers l'extérieur

Les systèmes techniques issus de l'exploitation et les connaissances du personnel d'exploitation sont à disposition pour procéder au démantèlement. Comme durant la phase d'exploitation, la sécurité a là aussi la priorité absolue, et la protection de l'environnement, de la population et du personnel doit être garantie à tout moment.

Toutes les parties d'une centrale nucléaire en contact avec du matériel radioactif, ou susceptibles de l'être, se trouvent dans la zone dite contrôlée. Dans le cas de réacteurs à eau sous pression, tels que ceux présents à Beznau et Gösgen, cette zone se limite essentiellement au bâtiment réacteur et aux installations annexes. A Mühleberg et Leibstadt, équipées de réacteurs à eau bouillante, elle comprend également la salle des machines.

Le démantèlement des composants au sein de la zone contrôlée s'effectue de l'intérieur vers l'extérieur. Ainsi, l'enceinte de confinement (containment) reste intacte aussi longtemps que cela est nécessaire, et continue à jouer son rôle de barrière contre la libération de substances radioactives. Les systèmes de surveillance de la radioactivité à l'intérieur et à l'extérieur de l'installation continuent eux aussi de fonctionner.

Au sein de la zone contrôlée, l'autorité de surveillance donne au fur et à mesure son feu vert pour réaliser certains travaux (p. ex. pour le démontage de la cuve du réacteur). En dehors de la zone contrôlée, le démantèlement s'effectue de manière traditionnelle.

Démontage par étapes

Le démantèlement comprend plusieurs étapes. Il y en aura quatre concernant la centrale de Mühleberg:

- **Etablissement de la post-exploitation:** Immédiatement après la fin du fonctionnement de puissance, les assemblages com-



Démantèlement du réacteur de Connecticut Yankee (USA): du démontage du bâtiment réacteur (en haut) à la remise en état du site (en bas).

Photos: CY

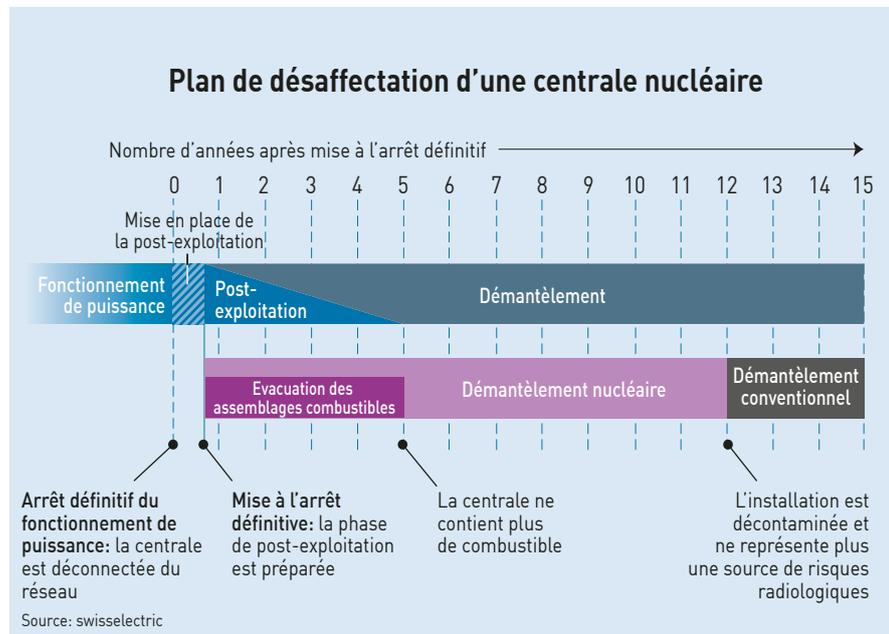
bustibles sont retirés de la cuve du réacteur pour être placés dans la piscine de stockage située à proximité. Celle-ci est modifiée de sorte que les systèmes de refroidissement et de sécurité fonctionnent de manière autonome – le moment de la «mise hors service définitive» est ainsi arrivé. Parallèlement, on commence le vidage de la salle des machines.

- **Démantèlement et évacuation des assemblages combustibles:** Au cours de cette phase, le combustible est progressivement transporté jusqu'au dépôt intermédiaire central (Zwilag) de Würenlingen, dans le canton d'Argovie. Dans un même temps, on prépare la salle des machines en vue des travaux de nettoyage du matériel radioactif.
- **Démantèlement après évacuation des assemblages combustibles:** Une fois le combustible évacué, l'installation est débarrassée de 98% de sa radioactivité. Il s'agit ensuite de démonter les parties qui sont elles-mêmes radioactives ou qui sont contaminées par la radioactivité (cf. p. 4). Les éléments fortement radioactifs sont démontés et emballés à l'intérieur du bâtiment réacteur, sous l'eau. Pour les autres, ils sont essentiellement triés dans la salle des machines et nettoyés (décontaminés) afin de pouvoir ensuite être éliminés normalement.
- **Démantèlement conventionnel:** Une fois toutes les parties contaminées retirées de l'installation, et après qu'il a été défini que celle-ci ne représente plus une source de risques radiologiques, le site peut être utilisé à d'autres fins. Selon s'il est utilisé à des fins industrielles ou s'il est réaménagé à l'état proche de son état naturel, les bâtiments devenus inutiles sont démolis.

L'ensemble du processus de démantèlement de la centrale nucléaire de Mühleberg, y compris la phase de post-exploitation, durera environ 15 ans.

Le démantèlement en Suisse

Le démantèlement des installations nucléaires n'est pas quelque chose de nouveau. Le réacteur d'essai de Lucens (Vaud) a ainsi été intégralement démonté suite à son endommagement en 1969. Les travaux de déconstruction et de décontamination se sont achevés en 1973. En 1995, la plus grande partie de l'installation construite dans des cavernes souterraines a été



libérée de la surveillance de la Confédération. En 2003, après que le reste des déchets, hautement radioactifs pour certains, a été acheminé jusqu'au dépôt intermédiaire central Zwilag construit entre-temps, le Conseil fédéral leva définitivement la surveillance. Aujourd'hui, le canton de Vaud utilise les cavernes comme dépôt de biens archéologiques.

Certains réacteurs de recherche de l'Institut Paul-Scherrer (PSI), à Villigen/Würenlingen (Argovie), ont eux aussi fait l'objet d'un démantèlement. Ainsi, «Saphir», le premier réacteur de recherche des années 1950 en Suisse, est d'ores et déjà démantelé, de même que «Diorit», le second réacteur de cette époque. Les bâtiments seront réutilisés. Le processus de démontage du dernier réacteur de recherche désaffecté, «Proteus», est quant à lui en cours.

Le démantèlement dans le monde

Au cours des quarante dernières années, le démantèlement d'installations nucléaires de tous types à travers le monde a atteint un stade industriel. Les seuls Etats-Unis ont déjà entièrement démantelé une bonne douzaine de sites nucléaires. En Europe, le démantèlement de la centrale de Niederaichbach, en Bavière, mise à l'arrêt en 1974, était le premier

Autres informations sur ce thème:

Forum nucléaire suisse, Feuille d'information «Financement de la gestion des déchets nucléaires»: www.forumnucleaire.ch, Lien «Fais et chiffres»

BKW: www.bkw.ch/desaffectation

Office fédéral de l'énergie: www.ofen.admin.ch, Liens «Thèmes», «Energie nucléaire» et «Désaffectation»

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN): www.ifs.n.ch, Liens «Mise hors service» et «Désaffectation»

World Nuclear Association: www.world-nuclear.org, Lien «Decommissioning» (sous lettre D)

U.S. Nuclear Regulatory Commission: www.nrc.gov, Liens «Radioactive Waste», et «Decommissioning of Nuclear Facilities»

entièrement achevé. Il avait été commencé en 1987 et définitivement terminé en 1995. La zone concernée, exploitable sans restriction, fait partie aujourd'hui de la centrale Isar. Elle est de nouveau partiellement une zone forestière.

En Allemagne, plusieurs centrales nucléaires de grandes tailles sont actuellement en cours de démantèlement. En France, les réacteurs à l'arrêt de première génération se trouvent sur des sites de centrales toujours en exploitation. Leur surveillance n'occasionnant de ce fait presque aucun frais supplémentaires, les parties centrales de l'installation sont laissées telles quelles pour l'instant, et la radio-

activité décroît de manière continue. D'après les indications de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), plus de 100 centrales nucléaires commerciales ont été désaffectées au niveau mondial jusqu'à présent. La plupart d'entre elles datent des débuts de la technique nucléaire civile et ont atteint la fin de leur durée d'exploitation économique.

Le démantèlement d'installations nucléaires est aujourd'hui un processus bien maîtrisé sur le plan technique. Le risque réel est lié aux coûts et réside en premier lieu dans les retards des travaux en raison des questions et conditions d'octroi d'autorisations.

Forum nucléaire suisse
Frohburgstrasse 20
4600 Olten

Téléphone 031 560 36 50
info@forumnucleaire.ch
www.forumnucleaire.ch

Objectif: le moins de déchets radioactifs possible

Parallèlement à la déconstruction progressive, les éléments démontés sont désassemblés et préparés en vue de leur élimination. La majorité d'entre eux provient de la partie non-nucléaire d'une centrale et peut être réutilisée sans traitement spécifique, ou éliminée de manière traditionnelle.

Les composants de la zone contrôlée sont triés et les éléments non-radioactifs en sont extraits. Les autres parties de l'installations sont décontaminées dans la mesure du possible avant d'être elles aussi éliminées de manière traditionnelle. L'objectif est de réduire autant que possible la quantité finale de déchets radioactifs.

On dit qu'un élément est «contaminé» lorsque des substances radioactives se sont déposées à sa surface mais que le matériau de l'élément en soit n'est pas radioactif.

«Activé» signifie au contraire qu'un matériau est lui-même devenu radioactif suite à une irradiation, et ne peut être décontaminé.

Moins de cinq pour cent

Nous disposons aujourd'hui de nombreux processus éprouvés de déconstruction et de décontamination. Ainsi, presque tout le matériel démantelé issu de la zone contrôlée peut désormais être éliminé de manière traditionnelle. Au final, moins de cinq pour cent des éléments sont encore contaminés ou activés. Ceux-ci sont alors acheminés dans un dépôt en couches géologiques profondes en tant que déchets de faible et de moyenne radioactivité, après un stockage intermédiaire à Zwilag.

D'après les calculs de la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (Nagra), parmi tous les déchets issus du démantèlement des cinq centrales nucléaires suisses, environ 30'000 m³ sont classés comme déchets de faible et de moyenne radioactivité (emballages utilisés pour l'emmagasinage compris). Cela correspond à un cube d'environ 30 mètres de côté.

Le volume des assemblages combustibles hautement radioactifs est minime. Tout comme les déchets faiblement et moyennement radioactifs à l'issue du fonctionnement de puissance, ils seront eux aussi au final transportés dans un dépôt en couches géologiques profondes après le stockage intermédiaire.

Part des déchets radioactifs dans le matériel issu du démantèlement

Exemple de la centrale nucléaire de Mühleberg (réacteur à eau bouillante, 373 MW)

