

Quelques faits sur la désaffectation des centrales nucléaires

par L. Lanni

Comme toutes les installations, les centrales nucléaires finissent par s'user. Pour cette raison, et parfois pour d'autres, il faut alors les supprimer ou les remplacer.

La mise hors service d'une installation nucléaire est désignée sous les termes de "désaffectation" ou d'"arrêt définitif", ou encore de "déclassement". Cette opération comporte toutes les mesures qu'on prend, lorsque l'installation a fait son temps, pour continuer à assurer la protection du public contre la radioactivité résiduaire et pour résoudre les autres problèmes de sûreté qui peuvent se poser au sujet de l'installation désaffectée. Il y a plusieurs façons de procéder; l'AIEA a retenu trois solutions, désignées sous l'appellation de "stages"(niveaux) dans la référence [1].

Premier niveau: Fermeture sous surveillance

Le réacteur reste pratiquement intact, mais est maintenu en état de sûreté. On enlève tout le combustible et les fluides caloripporteurs. La surveillance, l'entretien et l'inspection se poursuivent. Cette opération, considérée comme une mesure provisoire dans l'attente de nouvelles dispositions, protège néanmoins le public et l'environnement aux moindres frais. Entre-temps, la radioactivité peut décroître, et l'on n'a pas besoin de prendre des décisions irrévocables sur le sort ultérieur de l'installation. Mais l'emplacement n'est pas libéré en vue d'autres usages.

Deuxième niveau: Libération partielle et conditionnelle

On procède à une décontamination poussée du réacteur et on interdit l'accès des autres zones présentant une forte radioactivité résiduaire. On enlève le combustible et les fluides caloripporteurs, les composants radioactifs facilement démontables ainsi que les autres composants susceptibles de présenter un risque radiologique pendant la durée de la désaffectation. On laisse généralement en place divers dispositifs de confinement, que l'on renforce en cas de besoin. On continue à surveiller et à inspecter. Certaines parties de l'installation ou de l'emplacement peuvent être libérées en vue d'autres usages, mais le franchissement des barrières de confinement reste interdit. Cette solution maintient la sûreté et permet de donner une nouvelle affectation à une partie de l'emplacement, mais ne le libère pas entièrement.

Troisième niveau: Libération totale et inconditionnelle

On démonte tous les éléments du réacteur atteints par la contamination radioactive et on élimine toute la radioactivité dépassant un niveau admissible. Après cette opération, aucune inspection ni surveillance n'est plus nécessaire et l'emplacement peut être libéré sans restriction en vue d'autres usages.

Avant de regagner les Etats-Unis en septembre 1978, M. Lanni a fait partie de la Section de la gestion des déchets à la Division de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement de l'AIEA.

Ces trois solutions comportent des variantes, par exemple la désaffectation à des niveaux différents de telles ou telles parties de l'installation. Le premier Colloque international sur la désaffectation, patronné par l'AIEA et l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, qui s'est tenu à Vienne en septembre 1978, permettra de donner une large diffusion aux informations déjà publiées dans ce domaine.

QUELQUES ASPECTS GENERAUX DE LA DESAFFECTATION

L'opération comporte des tâches communes à tous les niveaux, dont chacune présente ses difficultés et ses incertitudes particulières, qui varient selon le type, la dimension et l'âge du réacteur, et aussi en fonction du mode de désaffectation choisi. Nous allons exposer brièvement les plus essentielles de ces tâches.

Les plans de désaffectation

L'arrêt définitif exige un plan tout comme l'exploitation. A l'heure actuelle on dresse généralement des plans préliminaires de désaffectation avant même la mise en service du réacteur, mais pour pouvoir commencer l'opération, il faut avoir un plan plus détaillé, qui en envisage tous les aspects, y compris la protection radiologique du personnel qui en est chargé et celle du public.

L'un des éléments importants de la désaffectation consiste à établir un programme d'assurance de la qualité (QA), destiné à veiller à ce que tous les règlements applicables soient observés, à ce que le travail soit exécuté conformément au plan et à ce que la sûreté du public et du personnel soient assurées.

Méthodes de désaffectation

Les méthodes permettant d'accomplir chacune des opérations de la désaffectation doivent faire l'objet d'exposés détaillés. Pour choisir entre elles, il faut connaître l'état d'avancement de chacune; pour mettre en œuvre les techniques appropriées, il faut les connaître à fond. D'une façon générale, on sait aujourd'hui comment s'y prendre pour arrêter définitivement un réacteur, mais chaque cas particulier exige le plus souvent une variante de la technique existante.

La protection radiologique

Pour assurer la protection radiologique dans une opération de désaffectation il faut:

1) connaître par le menu l'état de la radioactivité en divers points de l'installation (nature, quantité, emplacement et propriétés des radionucléides); 2) posséder une description physique de tous les locaux de l'installation; 3) s'assurer au préalable et en cours d'exécution que toutes les manœuvres sauvegardent la sûreté du personnel et du public; 4) poursuivre la surveillance de l'environnement pendant les travaux.

La détermination des niveaux admissibles de radioactivité résiduaire constitue un élément essentiel de la protection radiologique. Il faut y procéder conformément aux règlements et en tenant compte des caractéristiques des espèces radioactives présentes dans chacune des zones de l'installation. Une fois que ces normes ont été fixées, les mesures de protection radiologique doivent en assurer l'observation.

Les déchets de la désaffectation

L'arrêt définitif d'une installation nucléaire laisse derrière lui une quantité appréciable de matières contaminées par la radioactivité. Il faut donner à ces déchets une forme solide et

stable, les emballer dans des conteneurs appropriés, et les évacuer vers une décharge contrôlée conformément aux règlements du pays en cause.

QUE COÛTE L'ARRÊT DÉFINITIF?

C'est là une des plus grandes préoccupations du public et des exploitants d'installations nucléaires. Les estimations qu'on a faites pour le démantèlement de grandes centrales nucléaires montrent que les coûts sont élevés, mais non exorbitants. Ils représentent généralement de 10 à 15% de l'investissement initial, en dollars actualisés. On peut financer ces frais de manière à ce qu'ils pèsent relativement peu sur le prix de revient du courant électrique produit par la voie nucléaire. Le démantèlement des petites centrales (de moins de 400 MW(e)) peut représenter une fraction plus importante de l'investissement initial.

Une grande partie des frais (du quart à la moitié) de démantèlement d'une centrale nucléaire est directement imputable à la gestion des déchets. D'autre part, les frais de surveillance et d'entretien d'une installation qui a fait l'objet d'une désaffectation moins poussée (notamment celle du premier niveau) peuvent s'aggraver lorsque la période d'arrêt dépasse plusieurs dizaines d'années.

D'une façon générale la question des coûts de l'arrêt définitif passe après les considérations environnementales ou politiques. Ces dernières pèsent presque toujours plus lourdement sur le choix du plan, du mode et du moment de la désaffectation.

Lorsque des installations nucléaires sont la propriété de sociétés privées qui en assurent l'exploitation, il faut prévoir la mise en place d'un mécanisme permettant de disposer des moyens financiers nécessaires à l'arrêt définitif au moment où l'opération s'imposera, et délimiter avec précision les responsabilités en matière de désaffectation et de financement.

L'HISTORIQUE DE LA DESAFFECTATION

Entre 1960 et le milieu de 1976, 65 réacteurs nucléaires autorisés ont été désaffectés ou étaient sur le point de l'être [2]. Cinq d'entre eux étaient de petites centrales nucléaires, quatre des centrales de démonstration, six des réacteurs d'essai autorisés, 28 des réacteurs de recherche, et 22 des assemblages critiques. Sur les 50 réacteurs de recherche et assemblages critiques autorisés, désaffectés ou devant l'être, 46 avaient été ou doivent être entièrement démantelés à l'expiration de leur autorisation. Les quatre restants ne conserveront qu'une autorisation de possession valable pour une durée indéterminée aux niveaux 1 et 2. L'installation d'Elk River (Etats-Unis), qui est un réacteur de démonstration d'une capacité de 58 MW(th), est la plus grande qui ait jusqu'à présent été entièrement démontée et démantagée [3].

Cette abondante expérience de la désaffectation, acquise dans au moins sept pays, pourra servir lorsque l'on aura à arrêter définitivement de grandes centrales nucléaires, ce dont l'occasion ne s'est pas encore présentée. De plus, l'exploitation normale a familiarisé de nombreux pays avec les opérations d'entretien, de transformation et de réparation en milieu radioactif et cette expérience est en grande partie applicable à la désaffectation. La réparation et la remise en état de réacteurs tels que les réacteurs de recherche NRX et WRU au Canada et le Dresden I aux Etats-Unis, ainsi que les opérations de nettoyage réalisées avec succès sur le réacteur de Lucens en Suisse contiennent aussi des enseignements applicables à la désaffectation à l'échelle industrielle.

Outre les rapports publiés au sujet des installations déjà désaffectées, un certain nombre d'études théoriques sur la désaffectation des réacteurs industriels ont été publiées ou sont en cours. Leurs résultats sont très proches de ceux des opérations réalisées.

LE ROLE DE L'AIEA

Un groupe international d'experts se consacre depuis 1973 à l'étude de la désaffectation. Il s'est réuni et a publié des rapports en 1975, 1977, au printemps de 1978 et plus récemment à l'occasion du Colloque international sur la désaffectation des installations nucléaires organisé à Vienne du 13 au 17 novembre 1978 par l'AIEA et l'AEN.

L'AVENIR

On va continuer, dans divers pays, à désaffecter des réacteurs de puissance pilotes ainsi que des réacteurs de recherche petits et grands, ce qui enrichira l'expérience nationale et internationale. On peut s'attendre à ce que la conception des réacteurs de l'avenir comporte des dispositifs destinés à en rendre la désaffectation plus simple, plus sûre et moins coûteuse. L'existence d'une documentation solide sur la construction des centrales et les matériaux employés peut faciliter les opérations de désaffectation. Le groupe spécialisé de l'AIEA mentionné plus haut a préparé un projet de document technique qui donne une esquisse des principes et des directives relatifs à la désaffectation d'un réacteur nucléaire. On espère que ce document pourra servir de base à un code de pratique qui, une fois rédigé et adopté par tous les pays, rendra de grands services.

On a signalé [4] que d'ici à l'an 2000, le programme nucléaire français comportera l'arrêt définitif d'environ quatre grandes installations chaque année, et que quelque 80 installations actuellement en service auront été désaffectées entre-temps. Au Royaume-Uni, on arrêtera probablement aussi avant la fin du siècle 26 réacteurs Magnox appartenant à 11 centrales ainsi que plusieurs réacteurs d'expérience et d'essai [3]. Ces chiffres, qui ne portent que sur les pays qui possèdent l'énergie nucléaire, montrent que la désaffectation prendra bientôt le caractère d'une assez grande activité industrielle.

En conclusion, on peut résumer comme suit l'état actuel de la question:

- Dans l'état présent de la technique, la désaffectation de réacteurs de puissance industriels ne devrait pas se heurter à des obstacles insurmontables.
- La désaffectation présente des risques radiologiques et industriels, mais ils sont du même ordre que ceux qui existent en exploitation normale.
- Il y a plusieurs façons de désaffecter une installation: l'une consiste à différer le démantèlement de quelques années pour laisser la radioactivité décroître.
- Le choix du mode de désaffectation d'une installation devra tenir compte de facteurs juridiques, financiers, industriels et environnementaux.
- La répartition des responsabilités (finances, droit, environnement, santé, etc.) varie selon les pays, mais il faut que le public sache bien qu'elles sont toutes assumées de façon satisfaisante.
- Le coût du démantèlement d'une grande centrale nucléaire est probablement de l'ordre de 10 à 15% de l'investissement primitif, en dollars actualisés.
- La désaffectation est un problème universel et la coopération internationale doit se poursuivre pour l'exécution des opérations réelles et pour le perfectionnement des techniques.

Références

- [1] Bainbridge, G.R. et autres, Decommissioning of Nuclear Facilities: A Review of Status, Atomic Energy Review, 12 1 (1974) 146/60.
- [2] Decommissioning of Nuclear Facilities, Rapport d'un Comité technique, AIEA-179, Vienne, octobre 1975.

- [3] Lunning, W.H., Decommissioning of Nuclear Facilities, AIEA-CN-36/71, Compte-rendu de la Conférence internationale sur l'énergie d'origine nucléaire et son cycle du combustible, Salzbourg, 2-13 mai 1977, 4, AIEA, Vienne, (1977) 795-806.
- [4] Crégut, A., Le déclassement des installations nucléaires, Revue Générale Nucléaire, 3 (1978), 166-72.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) Sicherheitstechnische Probleme bei der Stilllegung von Kernkraftwerken, Etude de la Nuklear-Ingenieur-Service GmbH, 1975.
- 2) Eder, O. et autres, Technische und wirtschaftliche Probleme bei der Stilllegung von Kernkraftwerken, Nuklear-Ingenieur-Service-GmbH, 1973.
- 3) Proposal for a Council Decision Adopting a Programme Concerning the Decommissioning of Nuclear Power Plants, Commission des Communautés Européennes, COM (78) 167 définitif, Bruxelles, avril 1978.
- 4) Unsworth, G.N., Decommissioning of the CANDU-PHW Reactor, AECL-5687, Whiteshell Nuclear Research Establishment, avril 1977.
- 5) Final Elk River Reactor Program Report, N° 00-651-93, United Power Association, novembre 1974 (édition révisée)..
- 6) Manion, W.J. et autres, An Engineering Evaluation of Nuclear Power Reactor Decommissioning Alternatives, Atomic Industrial Forum Inc., AIF/NESP-009-009SR, novembre 1976.
- 7) Smith, R.I. et autres, Technology, Safety and Costs of Decommissioning a Reference Pressurized Water Reactor Power Station, Battelle Pacific Northwest Laboratories, NUREG/CR-130, juin 1978.
- 8) Martin, A. et autres, A Preliminary Study of the Decommissioning of Nuclear Power Installations, rapport ANS N° 155, juillet 1977.