

# Le déclasséement des installations nucléaires du Département de l'énergie des Etats-Unis

par Edward G. Delaney

*«Il vous intéressera sans doute d'apprendre que le navigateur italien vient de débarquer dans le Nouveau Monde».*

Tel est le message codé que Karl Compton téléphona à James Conant le jour où Enrico Fermi parvint à réaliser la première réaction en chaîne auto-entretenu dans la pile au graphite de Stagg Field, Chicago, le 2 décembre 1942.

Pendant les quelque vingt-cinq années qui suivirent, on construisit de nombreuses installations, notamment des réacteurs d'essai, des installations de fabrication de combustible, de séparation d'isotopes, de fabrication, et d'essais de propulsion nucléaire. En outre, on construisit des installations pour produire des matières nucléaires fissiles et des matières fusionnables, notamment des installations d'extraction, de broyage, d'enrichissement et de traitement de l'uranium et de production de plutonium et de tritium.

Les déchets radioactifs qui résultaient de ces opérations étaient pour la plupart enfouis dans le sol, à faible profondeur, sauf dans le cas de certains déchets de moyenne activité que l'on injectait dans des formations souterraines profondes, préalablement hydrofracturées.

## Précédentes opérations de déclasséement

Au cours des années 1960, l'organisme d'Etat américain responsable des questions d'énergie nucléaire, la Commission de l'énergie atomique (AEC), a conclu qu'il faudrait bien un jour ou l'autre déclasser ces installations, en sorte qu'elles puissent servir ultérieurement à d'autres opérations nucléaires, être mises en sommeil sans danger pour les particuliers ou être suffisamment décontaminées pour pouvoir être affectées sans aucune restriction à d'autres fins, sans qu'on ait à craindre une radioactivité rémanente.

La Commission de l'énergie atomique a commencé à mettre au point des techniques de décontamination en vue de la reconversion ou de la libre disposition des locaux, ainsi que des méthodes de mise en sommeil pour le cas où l'on préférerait ne pas les décontaminer. On trouvera à la page 32 un tableau synoptique des principales installations déclassées pendant cette période initiale.

---

M. Delaney est directeur de la Division du déclasséement des installations et sites nucléaires, Bureau de l'énergie nucléaire, Département de l'énergie des Etats-Unis, Washington D.C.

Des techniques ont été mises au point pour 1) maintenir les installations hors service en toute sécurité pendant de longues périodes, avec un minimum de surveillance et d'entretien, c'est-à-dire dans les conditions de la phase 1, selon la terminologie de l'AIEA; 2) conserver les installations pendant des centaines d'années avec un minimum de surveillance et d'entretien (phase 2); 3) décontaminer et démanteler les installations afin qu'on puisse disposer librement du site sans restriction (phase 3).

Les recherches faites à l'occasion de ces premières opérations de déclasséement ont permis de beaucoup perfectionner les techniques. L'expérience ainsi acquise à la Commission de l'énergie atomique, ainsi que dans d'autres pays, sert aujourd'hui de base aux opérations de déclasséement.

## Programme actuel et programme futur

En 1977, l'Administration de recherche et développement pour l'énergie (ERDA), qui succéda à l'AEC fit un inventaire des installations radioactivement contaminées désaffectées et établit un programme rationnel de déclasséement de ces installations dites excédentaires. Quelque 500 installations y furent incluses. Ce programme se poursuit sous l'autorité du Département de l'énergie des Etats-Unis, qui a succédé à l'ERDA. Il porte aujourd'hui sur 348 installations, dont 114 civiles et 234 militaires.

Le programme a les objectifs suivants:

- Assurer en toute sécurité la gestion et la liquidation des installations excédentaires en question, conformément à un ordre de priorités.
- Permettre une réutilisation maximum des installations.
- Appliquer au mieux les techniques ultra-modernes de déclasséement.
- Transférer les techniques de déclasséement à l'industrie américaine et collaborer à d'autres programmes de déclasséement tant nationaux qu'internationaux.

La sûreté de la gestion de ces installations excédentaires est assurée par l'enlèvement du combustible, des liquides radioactifs, des liquides inflammables et sous pression et autres matières présentant un risque de fuites ou de libération d'énergie; par la mise en place des services d'entretien nécessaires pour assurer l'intégrité de l'installation; par la surveillance de l'installation et de son environnement.

Enlèvement d'une partie du réacteur expérimental au sodium en vue de son enfouissement. Le démantèlement de cette installation s'est achevé en 1982. (Photo: Rockwell International)



Pour la liquidation des installations excédentaires on détermine l'ordre des priorités en tenant compte des caractéristiques de l'installation et, en général, selon la hiérarchie ci-après: obligations juridiques et contractuelles imposées par le Département de l'énergie; risques qu'un retard dans la liquidation pourrait présenter pour la santé; incidences économiques comparées d'une liquidation immédiate et d'une liquidation différée; plans concernant l'avenir du site de l'installation; rentabilité de l'opération (par exemple, poursuite des opérations de déclassement pour un emplacement donné); autres facteurs spéciaux tels que la possibilité de réutiliser l'installation.

D'une manière générale, les techniques de déclassement sont suffisamment au point pour qu'on puisse assurer l'élimination des installations excédentaires. Pour cela on emploie des techniques et du matériel mis au point dans l'industrie et dans les laboratoires du Département de l'énergie, à partir d'autres applications, telles que la maintenance et la manutention des matières dangereuses dans les centrales nucléaires. Les travaux de recherche et développement sont réduits au minimum et ne concernent généralement que l'installation considérée.

Le Département de l'énergie assure le transfert des techniques à l'industrie en passant avec les industriels des contrats pour l'élimination des installations, en rédigeant et publiant des rapports à ce sujet et en participant à des réunions techniques organisées par ses soins à l'intention des industriels. Il assure la collaboration à l'échelon tant national qu'international en participant à des travaux internationaux de déclassement et en procédant à des échanges avec d'autres entreprises nationales, généralement au titre d'accords bilatéraux.

Les 348 installations classées comme excédentaires ont été groupées en 74 projets aux fins de planification et d'exécution des travaux. Il est prévu que ces travaux,

dans leur ensemble, seront achevés entre les années 2000 et 2010 et qu'ils coûteront plus de 1,5 milliard de dollars des Etats-Unis.

Ci-après l'exposé de trois de ces projets:

#### Centrale de Shippingport

Cette centrale nucléaire comporte un réacteur à eau sous pression de 72 MWe qui est entré en service en 1957 et a été mis à l'arrêt définitif en 1982. Trois cœurs ont permis de produire 7,2 térawatt-heures d'électricité. Le Département de l'énergie s'apprête à démanteler les parties nucléaires de la centrale; les travaux, qui commenceront en septembre 1985, devraient être terminés en janvier 1990. Le coût total de l'opération sera de 98,3 millions de dollars des Etats-Unis, dont quelque 19 millions avaient déjà été dépensés en septembre 1985.

En septembre 1984, l'exploitant a remis le site à la General Electric, société chargée des opérations de déclassement, après en avoir évacué tout le combustible. Au cours de l'année écoulée, la General Electric a assuré la surveillance et l'entretien des bâtiments, le recrutement et la formation du personnel nécessaire, l'établissement des appels d'offres en vue de faire sous-traiter, l'élaboration détaillée des plans et des méthodes de travail et les modifications à apporter au site avant le début des opérations de démantèlement.

Les travaux en vue de l'élimination totale de l'amiante contenu dans les conduites et les équipements ont démarré. L'année prochaine commenceront l'enlèvement des conduites, la décontamination et l'enlèvement des équipements, ainsi que l'enlèvement des servo-mécanismes et des systèmes de commande. En 1987, on procédera à l'enlèvement du béton et des structures. L'enlèvement des enceintes de confinement débutera en 1988 et celui de la cuve du réacteur aura lieu en 1989.

## Déclassement des installations nucléaires

### Opérations de déclassement aux Etats-Unis: quelques enseignements

Nom et emplacement de l'installation	Type d'installation	Puissance	Type de D/D	Date	Enseignements
<i>Réacteurs</i>					
Caroline/Virginie Réacteur à tubes (CVTR) (Parr, Caroline du Sud)	HWR	65 MWth	Phase 1	1968	Procédures de base mises au point pour la phase 1; surveillance périodique
Pathfinder (Sioux Falls, Sud Dakota)	BWR surchauffe nucléaire	190 MWth	Phase 1 pour BWR avec conversion de l'installation pour d'autres usages	1972	Isolation de la turbine à vapeur et remplacement du réacteur nucléaire par une chaudière alimentée au combustible fossile; surveillance continue
Saxton (Saxton, Pennsylvanie)	PWR	23,5 MWth	Phase 1	1973	Alarmes à distance contre les intrus pour réduire les effectifs
Fermi 1 (Monroe County, Michigan)	FBR	200 MWth	Phase 1	1975	Expérience de manipulation de sodium pour phase 1
Peach Bottom 1 (York County, Pennsylvanie)	GCR	115 MWth	Phase 1	1978	Manipulation et élimination du combustible au graphite contenu dans le cœur
Hallam (Hallam, Nebraska)	Refroidi par sodium et modéré par graphite	256 MWth	Phase 2	1968	Procédures de base mises au point pour la phase 2; pas de surveillance continue
Réacteur Piqua (Piqua, Ohio)	Refroidi et modéré	45 MWth	Phase 2	1970	Mise au tombeau avec conversion du bâtiment en entrepôt. Cuve du réacteur enfouie dans du sable; pas de surveillance continue
Réacteur à eau bouillante à surchauffe nucléaire (Rincon, Puerto Rico)	BWR à surchauffe nucléaire	50 MWth	Phase 2	1970	Mise sous massif de protection de la cuve dans du ciment; décontamination des systèmes; libération du site qui deviendra centre d'exposition; pas de surveillance continue
Réacteur d'Elk River (Elk River, Minnesota)	BWR à surchauffe au combustible solide	58 MWth	Phase 3	1974	Tronçonnage à distance de la cuve et des pièces internes; démolition par explosifs du béton; vérification et libération du site pour usage sans aucune restriction
<i>Installations du cycle du combustible</i>					
Redox (Hanford, Washington)	Installation de retraitement	Pleine production	Phase 1	1967	Programme de récupération du plutonium avec plusieurs rinçages; système drainé et séché à l'air; rinçage extérieur des équipements des cellules et du tablier; entrées verrouillées
Notes:	MWth = mégawatts thermiques HWR = réacteur à eau lourde BWR = réacteur à eau bouillante		PWR = réacteur à eau sous pression GCR = réacteur refroidi par gaz et modéré par graphite D/D = décontamination et déclassement		

Les opérations présentent certaines particularités techniques, à savoir:

- Enlèvement de la cuve du réacteur et de l'écran de protection contre les neutrons qui, avec les protections en béton et le dispositif de levage, constituent un ensemble de plus de 770 tonnes. La cuve du réacteur

sera transportée par un bateau de Shippingport à Hanford, dans l'état de Washington, où elle sera enfouie à faible profondeur.

- Les quatre générateurs de vapeur non emballés ainsi que d'autres composants radioactifs seront transportés sur le même bateau.

## Déclassement des installations nucléaires

### Quelques opérations de déclassement achevées au titre du programme de gestion des installations excédentaires

Nom et emplacement de l'installation	Type d'installation	Type de déclassement	Année d'achèvement
<i>Réacteurs</i>			
Réacteur expérimental au plutonium fondu de Los Alamos, Nouveau Mexique	Réacteur au plutonium fondu	Démantèlement phase 3	1980
Réacteur expérimental à modérateur organique, Ohio	Réacteur à modérateur organique	Démantèlement phase 3	1980
Réacteur d'essai spécial à excursion de puissance II, III, IV, Idaho	Réacteurs d'essai de systèmes de sûreté	Démantèlement phase 3	1980
Réacteur expérimental au sodium, Californie	Réacteur au sodium graphite	Démantèlement phase 3	1982
<i>Installations du cycle du combustible</i>			
Site du traitement de Monticello, Utah	Usine de traitement des minerais d'uranium	Démantèlement accès interdit	1979
Laboratoire pour combustibles, Californie	Fabrication de plutonium	Démantèlement phase 3	1982
Installation de fabrication de plutonium, Pennsylvanie	Fabrication de plutonium	Démantèlement phase 3	1982
Bâtiment 350, ANL, Illinois	Fabrication de plutonium	Démantèlement phase 3	1982

- Le circuit primaire ne sera pas décontaminé. Certains matériaux seront décontaminés et éliminés comme des déchets ou de la ferraille ordinaires.
- Les structures souterraines en béton situées au-dessous de 0,9 mètre de profondeur ne seront pas enlevées. Le site sera remblayé avec des gravats et de la terre, rapporté, puis nivelé.

#### Laboratoire Mound

De la fin des années 1960 à la fin des années 1970, plusieurs bâtiments du laboratoire Mound à Miamisburg (Ohio) ont servi à la fabrication de sources de chaleur au plutonium 238. Ces sources de chaleur ont servi à alimenter en énergie de nombreux engins spatiaux.

Le Ministère de l'énergie a décidé de déclasser ces installations qui ne répondent plus aux normes actuelles des installations de traitement du plutonium. A cet effet, la Monsanto Research Corporation, société exploitante de ces installations, a commencé en 1978 des travaux dont le coût est estimé à 69 millions de dollars des Etats-Unis et qui devraient être achevés en septembre 1988.

Les installations de fabrication de plutonium et de traitement des déchets qui occupent trois bâtiments comprenant des boîtes à gants sur quelque 335 mètres, un couloir à convoyeur de 275 mètres et les canalisations, équipements et les structures correspondantes sont en cours d'enlèvement. On procède à une décontamination suffisante pour que les locaux puissent être occupés par du personnel sans que ce dernier doive porter des vêtements protecteurs.

On enlève en outre quelque 800 mètres de canalisations souterraines jumelées pour déchets liquides ainsi que le sol contaminé autour de ces canalisations. On a

éliminé environ 30 000 curies de plutonium 238 sous forme de déchets ou de résidus. Ces déchets ont été envoyés au laboratoire technique national de l'Idaho où ils seront entreposés.

Ces travaux ont permis d'acquérir une expérience précieuse des techniques de limitation de l'exposition des travailleurs, de limitation de la contamination, de décontamination, d'enlèvement des équipements, de décontamination des structures et d'emballage des déchets. Cette expérience pourra servir au déclassement d'autres installations du cycle du combustible.

#### Weldon Spring

De 1955 à la fin de 1957, la Commission de l'énergie atomique a construit à Weldon Spring (Missouri) une grande usine chimique pour transformer les concentrés de minerai d'uranium en produits chimiques intermédiaires et, finalement, en uranium métal. Des concentrés de minerai de thorium ont également été transformés en d'autres formes chimiques de ce métal. Les résidus de ces opérations ont été évacués dans quatre grandes fosses ouvertes. L'usine s'étend sur quelque 70 hectares et les fosses d'évacuation couvrent environ 21 hectares.

Pendant la période d'exploitation de l'usine, les bâtiments, les équipements, le terrain à proximité immédiate, le système d'égoûts et une zone de drainage ont été contaminés par l'uranium, le thorium et leurs produits de désintégration. De plus, une ancienne carrière située à proximité a été contaminée par les déchets et autres détritiques qu'on y a déversés.

Le Département de l'énergie a arrêté un programme de nettoyage de la carrière, des terrains contaminés qui entourent l'usine ainsi que de l'usine proprement dite. Une fois décontaminée, l'usine sera démolie. On estime

## Déclassement des installations nucléaires

### Quelques grandes opérations effectuées au titre du programme de gestion des installations excédentaires

Installation/Emplacement	Type d'installation	Plan de déclassement*	Calendrier	Coût**
Installations nucléaires et spatiales du laboratoire de Mound (Miamisburg, Ohio)	Fabrication de plutonium 238, transfert, traitement des déchets	Enlèvement du matériel de fabrication du plutonium, décontamination des structures pour libre accès et réutilisation. Enlèvement des installations de transfert et de traitement. Expédition de tous les déchets provenant du déclassement au National Engineering Laboratory de l'Idaho	1978-1988	69
Site d'entreposage de Niagara Falls (Lewiston, New York)	Installation d'entreposage pour les résidus de traitement de l'uranium et les déchets contenant du radium	Nettoyage des zones contaminées entourant le site d'entreposage; nettoyage et regroupement des résidus et déchets dans un dépôt peu profond	1981-1986 phase 1, 1995-1996 phase 2	51
Site de traitement de Monticello (Monticello, Utah)	Site d'entreposage des résidus de l'usine de traitement d'uranium	Nettoyage des zones contaminées entourant le site d'entreposage; modifications du système des eaux de surface et souterraines: enfouissement des résidus sur place	1987-1994	35
Centrale atomique de Shippingport (Shippingport, Pennsylvanie)	Réacteur à eau sous pression d'une puissance de 72 MWe	Démantèlement des composants nucléaires; expédition de la cuve intacte du réacteur et d'autres composants importants à Hanford, Washington, pour enfouissement à faible profondeur	1985-1990	98
Mesures correctives au site de Weldon Spring (Weldon Spring, Missouri)	Installation de traitement d'uranium et de thorium pour convertir les concentrats sous forme métallique	Nettoyage des zones contaminées près de l'usine, y compris une carrière; démantèlement d'une grande usine de traitement de l'uranium; enfouissement des déchets sur place	1987-1996	357
Réacteur expérimental à eau bouillante (Argonne, Illinois)	Réacteur à eau bouillante d'une capacité de 100 MWth	Décontamination et enlèvement de tous les matériaux radioactifs de l'enceinte de confinement pour en permettre l'utilisation sans aucune restriction à d'autres fins	1987-1995	22
Réacteur d'essai à eau lourde (Savannah River, Caroline du Sud)	Réacteur à uranium modéré par de l'eau lourde	Démantèlement du réacteur et enfouissement à faible profondeur de composants et des déchets	1988-1993	15
Réacteur expérimental homogène (Oak Ridge, Tennessee)	Réacteur à eau légère et solution d'uranium	Démantèlement du réacteur et enfouissement à faible profondeur des composants et des déchets	1989-1997	25
Réacteur d'essai à sel fondu (Oak Ridge, Tennessee)	Réacteur à uranium 233 dans des sels de fluorure	Transformation des sels du combustible sous forme stable, élimination du combustible stabilisé; démantèlement du réacteur et évacuation des déchets	1992-2001	68

\* Sous réserve, dans chaque cas, qu'une étude de l'environnement ait été faite.

\*\* Coût estimatif en millions de dollars des Etats-Unis.

que les déchets radioactifs résultant de ces opérations dépasseront 600 000 mètres cubes et qu'il faudra traiter et évacuer quelque 300 000 mètres cubes d'eau contaminée. L'exécution de ce programme devrait commencer en 1987 et être achevée en 1996; il en coûtera 357 millions de dollars des Etats-Unis.

#### De précieux enseignements

Nous avons vu que, dans le domaine nucléaire, les études, les réalisations et les opérations de production

conduites par les organismes d'Etat américains ont entraîné une contamination radioactive de plusieurs centaines d'installations dont le déclassement coûtera très cher. Le Département de l'énergie applique un programme très strict pour assurer la sécurité de ces installations en attendant de les déclasser tout en assurant la protection à long terme tant des particuliers que de l'environnement. Les enseignements précieux que ce programme permet de tirer seront utiles pour le déclassement ultérieur d'installations nucléaires actuellement en service.

