

Informations nationales:

Expérience et projets français

Importance de la démonstration dans un programme de R&D à multiples facettes

par André Crégut

Quarante années d'activités nucléaires ont montré qu'on sait concevoir, exploiter et entretenir des installations nucléaires de tous types, et ont déjà conduit à réaliser de très nombreuses interventions en milieu hostile sous la forme de dépannages, modifications, remises en état après incident, ainsi que le démantèlement de certaines installations ou leur mise en situation sûre d'attente.

De fait, cette expérience et les études théoriques entreprises laissent penser que l'on pourra effectuer, sans difficultés et sans risques, les déclassements à venir ou maintenir pendant plusieurs années les installations à l'état sûr.

Sans minimiser l'étendue et la valeur des connaissances acquises et la qualité des moyens disponibles, il faut souligner.

- qu'aujourd'hui, si les opérations de démantèlement réalisées à l'occasion de l'arrêt définitif de quelques unités importantes (réacteurs de puissance et usines) permettent de juger de la qualité des moyens disponibles

et des outillages et équipements à utiliser, il ne semble pas encore possible d'établir des règles générales qui permettraient de définir dans un cadre industriel les tactiques à utiliser pour chaque type d'installation arrêtée;

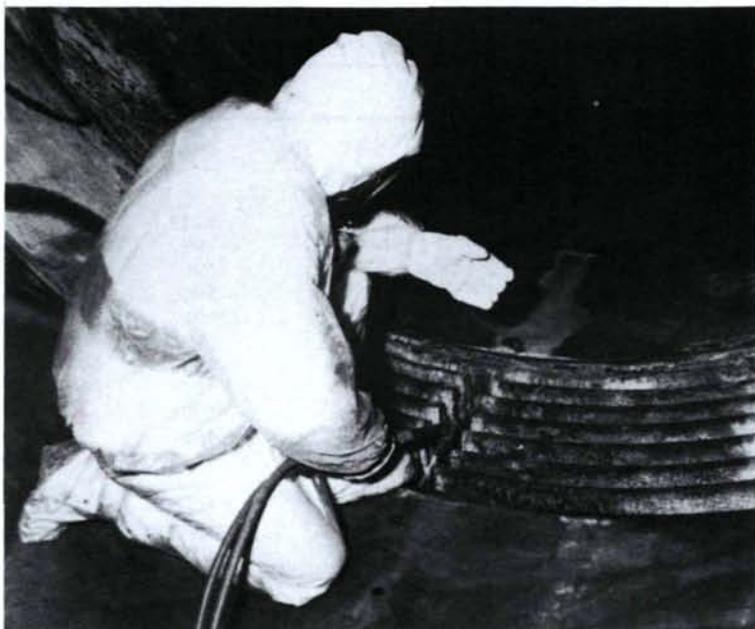
- que les opérations déjà réalisées montrent la nécessité de mettre au point et de créer des techniques mieux adaptées;
- qu'il est nécessaire de coordonner la politique de déclassement avec des activités telles que robotique ou gestion des déchets qui sont en interface.

Ce qu'il faut pour l'avenir

En résumé, l'expérience acquise, les réflexions sur les besoins futurs montrent qu'il faut:

- mettre en œuvre un programme de recherche et développement qui, pour couvrir les besoins du démantèlement, conduira à adapter certaines techniques existantes ou à en développer de nouvelles;

M. Crégut est Chef de Département, Unité centrale de déclassement des installations nucléaires, Institut de protection et de sûreté nucléaire, Commissariat à l'énergie atomique (CEA), Marcoule (France).



Découpe du circuit primaire à Marcoule G-1, qui a été mis à l'arrêt en 1975 et sera déclassé en 1986. (Photo: CEA)

Déclassement des installations nucléaires

- expérimenter ces techniques pour déceler leur domaine d'application et confirmer leur validité du point de vue de la sûreté en vue de leur qualification en déclassement;
- infléchir ou compléter certains programmes qui couvrent des activités en interface avec le déclassement (déchets et robotique, par exemple);
- préparer les activités à venir (mise en place d'une structure adaptée, et des moyens de financement appropriés; gestion des opérations de déclassement en vue de déceler les éléments de doctrine et les besoins techniques et autres).

Activités en France

Les deux tableaux donnent la situation actuelle des réacteurs et des installations mis à l'arrêt définitif, déclassés ou en cours de déclassement. Chacun des cas est traité comme une expérience pour en tirer des enseignements qui permettent:

- de mieux cerner le coût des démantèlements, et ainsi d'améliorer les évaluations pour les déclassés futurs, avec l'aide de programmes de calcul appropriés;
- de limiter les doses au personnel par une meilleure gestion et une meilleure programmation des tâches à effectuer;
- de dégager une politique pour les différents types d'installation à déclasser — réacteurs, usines du cycle du combustible, laboratoires, etc. — et ainsi pouvoir mettre au point une réglementation appropriée aux divers cas rencontrés;
- d'orienter le programme de recherche et développement et l'adapter aux besoins scientifiques du déclassement.

Il y a déjà en France une certaine homogénéité dans les choix effectués. Il est actuellement prévu que les installations du cycle du combustible, les laboratoires et les réacteurs expérimentaux du type «piscine» soient démantelés au niveau 3. Ce choix a été dicté par des raisons économiques (coût de maintenance à l'arrêt) et des raisons de sécurité.

En ce qui concerne les réacteurs autres que les réacteurs piscines ou certaines autres installations, la présence de barrières de confinement (circuits primaires et enceinte) permet de déclasser l'installation au niveau 2 et de différer son démantèlement total pour bénéficier de la décroissance radioactive.

Recherche et développement

Les activités de R&D en France portent sur les études générales et sur les thèmes spécifiques suivants:

- évaluation de la sûreté des installations nucléaires dans leur état d'arrêt définitif et au cours de leur déclassement;
- téléopération, télémanipulation relevant des techniques de robotique;
- outillage et techniques de coupe de matériaux;
- décontamination et traitement des effluents;
- conditionnement et gestion des déchets radioactifs.

Evaluation de la sûreté

L'évaluation des risques radioactifs potentiels dus à l'activité résiduelle dans une installation nucléaire à l'arrêt gouverne les choix de stratégie et de tactique de déclassement. Le programme R&D est axé sur ce problème: on vise une amélioration des connaissances sur la nature des mécanismes de déposition de la contamination dans les circuits des installations au cours de leur exploitation et sur la répartition des activités induites dans les structures métalliques et les bétons de protection des réacteurs.

En outre, le programme vise le développement de méthodes et d'équipements de mesure *in situ* et de moyens de prélèvement. Il s'agit, par exemple, d'équipements à introduire en cellules actives destinés à localiser et identifier les sources de rayonnements, et à estimer leur activité. Ceci est nécessaire afin de déterminer les conditions d'intervention et de fournir les éléments indispensables pour prévoir les modes de gestion de déchets à utiliser.

Réacteurs déclassés en France

Nom	Filière	Puissance (mégawatts)	Mise en service	Arrêt	Déclassement	Niveau actuel/prévu
ZOE	HWR	0	1948	1975	1977	Niveau 2
EL-2	HWR	2,2 Th	1952	1965	1968	Niveau 2
EL-3	HWR	18 Th	1957	1979	1985	Niveau 2
EL-4	HWR	70 e	1966	1984	Pas encore programmé	
G-1	GCR	46 Th	1956	1975	1986	Niveau 2
G-2	GCR	40 e	1958	1980	1990	Niveau 2
G-3	GCR	40 e	1959	1984	1995	Niveau 2
César	GCR	0	1964	1974	1978	Niveau 3
Peggy	MTR-LW	0	1961	1975	1977	Niveau 3
Pégase	MTR-LW	35 Th	1962	1975	1978	Niveau 3
Néréide	MTR-LW	0,5 Th	1959	1982	1986	Niveau 3
Triton	MTR-LW	6,5 Th	1959	1982	1986	Niveau 3
Minerve	MTR-LW	1 Th	1954	1976	1977	Niveau 3
Chinon-1	GCR	80 e	1963	1973	1980	Niveau 1
Chinon-2	GCR	230 e	1964	1985	Pas encore programmé	

HWR = réacteur à eau lourde MTR-LW = réacteur d'essais de matériaux, eau ordinaire GCR = réacteur graphite-gaz Source: CEA

Le vieillissement à long terme des structures constituant les barrières de sûreté et des équipements est un autre thème d'étude. Le but est de juger les conditions de confinement de l'activité à l'intérieur de l'installation mise à l'arrêt, et de déterminer les délais d'attente admissibles pour un démantèlement complet.

Une autre composante du programme a trait aux études et aux essais de qualification (du point de vue de la sûreté) des méthodes de démantèlement et décontamination et de traitement des déchets. Ceci concerne par exemple la sécurité d'emploi des outils de découpe tels que torches à plasma.

Enfin, dans ce domaine, la R&D porte sur la prise en compte des contraintes du déclassement dans la conception d'installations nouvelles.

Robotique, téléopération et télémanipulation

La R&D dans ce domaine a trait au développement d'engins destinés entre autres à pénétrer à l'intérieur des barrières de confinement et à manipuler à distance des outillages de découpe, et à manutentionner et transporter des déchets.

Cette technologie d'engins télécommandés et de télémanipulateurs est à développer pour répondre à des besoins spécifiques d'intervention ou d'opérations à distance, par exemple dans les cellules chaudes et les usines de retraitement, ou encore dans des piscines ou dans des cuves de réacteurs.

L'examen très attentif des tâches à accomplir en démantèlement met en évidence des fonctions ou des caractéristiques particulières, dues aux contraintes d'accès ou de capacité en charge par exemple, qui nécessitent un développement particulier, notamment sur les points suivants:

- *Engins porteurs et de pénétration:* On cherche une conception qui leur permette d'être introduits en zone active et extraits sans compromettre l'étanchéité des barrières, et aussi de «porter» un télémanipulateur à caractéristiques avancées.

- *Télémanipulateurs maîtres-esclaves.* L'objectif est une augmentation de la capacité de levage (jusqu'à 75 kg) et de manipulation (40 à 50 kg) des actuels télémanipulateurs maîtres-esclaves à retour d'effort, de technologie avancée, pour les rendre parfaitement compatibles, principalement avec les outillages de découpe puissants, tout en gardant leurs caractéristiques de maniabilité, de précision et de robustesse. L'adaptation pour travail sous eau est un autre point important.

- *Télémanipulateurs lourds.* On recherche l'augmentation de leur capacité (jusqu'à 500 kg) et la diversité des organes de préhension.

- *Engins de télémanutention compatibles.* Il s'agit de l'adaptation à l'environnement nucléaire d'équipements de transfert horizontal et vertical compatibles avec les poids et encombrements importants des composants démantelés.

- *Engins de téléintervention.* On se propose ici le perfectionnement d'engins à déplacement commandé à distance, à introduire en zone active pour des tâches simples d'intervention (prise d'échantillons, supports d'appareils de mesure ou de décontamination). Le perfectionnement doit porter sur leur maniabilité pour s'accommoder des difficultés d'accès en zone active encombrée et sur la protection contre la contamination de leurs organes internes vitaux.

- *Téléinformation.* Il s'agit du développement d'équipements de prise et de restitution d'informations par moyens électriques, sonores, optiques, adaptés aux conditions d'emploi des outils de démantèlement en milieu actif et contaminé.

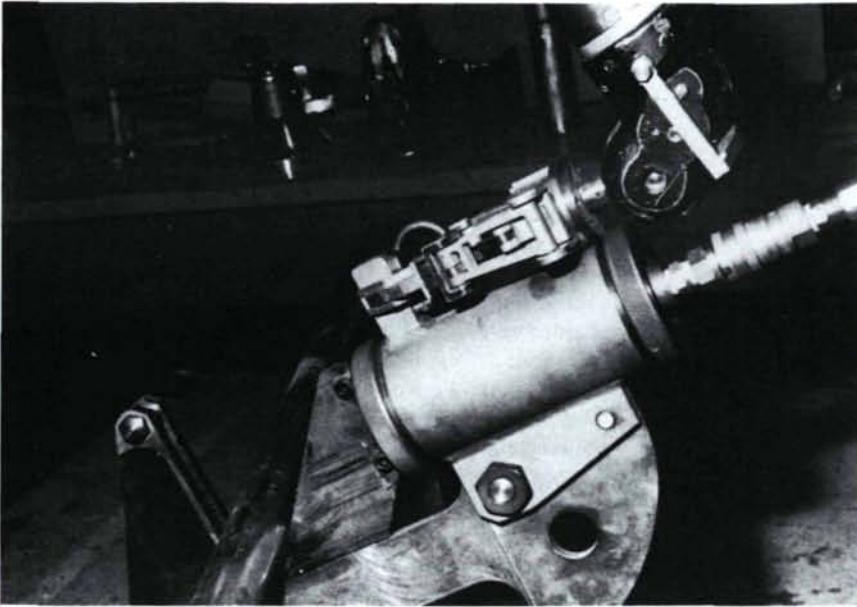
- *Technologie connective.* On s'intéresse ici à des liaisons de transfert (adaptées à la téléopération) caractérisées par la souplesse, la fiabilité, la robustesse, et téléconnectables: liaisons pour transfert d'énergie sous forme pneumatique, hydraulique ou électrique, et pour transfert d'informations sous forme électrique, optique ou sonore dans l'air et sous eau.

- *Station d'essais de qualification.* Il s'agit de stations simulant les conditions de travail en milieu hostile en cellule et sous eau.

Installations et laboratoires déclassés en France

Nom	Type	Mise en service	Arrêt définitif	Déclassement	Niveau actuel/prévu
Le Bouchet	Traitement de minéral		1970	1982	Niveau 3
Attila	Usine pilote de retraitement	1966	1975	1985	Niveau 3
Piver	Ateliers pilotes de vitrification	1969	1982	1987	Niveau 3
Gulliver	Ateliers pilotes de vitrification	1965	1967	1981	Niveau 3
Elan-II-A	Installation pilote pour Elan-II-B	1968	1970	1984	Niveau 3
Elan-II-B	Fabrication de sources Cs 137	1970	1973	1988	Niveau 3
AT-1	Usine de retraitement de combustible pour surgénérateurs	1969	1979	1990	Niveau 3
Gueugnon	Traitement de minéral		1980	1981	Niveau 3
Cellules chaudes	Radionucléides pour utilisations médicales et autres			1983	Niveau 3
Bâtiment-19	Métallurgie de Pu		1984	1988	Niveau 3
Bâtiment-18	Métallurgie de Pu		Arrêt progressif depuis 1982		

Source: CEA



Cette cisaille hydraulique pour la découpe de tuyauteries est maniée par un manipulateur maître-esclave. (Photo: CEA)

Outillage et techniques de découpe

Dans ce domaine, on juge nécessaire le développement de techniques téléopérables pour découper des structures métalliques ou du béton par procédés mécaniques, thermiques, électrothermiques ou pyrotechniques. On insiste aussi sur le développement des équipements associés pour visualiser les découpes.

Décontamination et traitement des effluents

Le volume important des déchets de déclassement contaminés justifie que l'on perfectionne les moyens de décontamination sur plusieurs points. Ces points sont l'efficacité (pour permettre le recyclage des matériaux et diminuer la quantité des déchets radioactifs à stocker), les opérations *in situ* (pour éviter le transfert de composants lourds et encombrants vers des ateliers spécialisés), et la réduction du volume des sous-effluents de décontamination.

Le programme français de R&D comprend : l'amélioration des connaissances de base sur la nature et les mécanismes de contamination, l'étude de méthodes de décontamination chimiques, électrochimiques, physiques, et leur mise en œuvre *in situ*, l'étude du traitement des effluents et le développement de stations mobiles, et des essais en vraie grandeur pour la qualification des procédés.

Conditionnement et gestion des déchets de déclassement

La gestion des déchets de déclassement ne diffère pas essentiellement de celle des déchets d'exploitation. En revanche, les modalités de gestion doivent s'adapter aux préoccupations particulières au démantèlement.

L'un d'elles est la quantité importante de déchets de faible activité et moyenne activité à stocker et de matériaux de très faible activité à recycler ou mettre à

la décharge publique. Une autre préoccupation est la recherche de stockage définitif (pour éviter d'avoir ultérieurement à déclasser des ouvrages de stockage de déchets de déclassement).

Ceci implique une réflexion approfondie sur : l'évaluation prévisionnelle de la quantité et de la nature des déchets de déclassement, les limites acceptables pour la remise dans le domaine public, les limites d'activité acceptables pour le stockage définitif (en tenant compte de la nature des radioéléments et des qualités propres du mode de conditionnement des déchets et de l'ouvrage de stockage), les solutions possibles pour le devenir de ces déchets et les procédures d'obtention de l'accord des autorités compétentes.

Du point de vue technique, il serait souhaitable que les efforts de R&D dans le domaine des déchets mettent l'accent sur plusieurs points importants pour répondre aux besoins du déclassement. Ces points sont le développement de procédés de mesure d'activité adaptés au contrôle des déchets (aussi bien a priori pour prévoir leur gestion optimale qu'a posteriori pour leur contrôle), les techniques de réduction de volume, le conditionnement, la conception de conteneurs particuliers de grandes dimensions et la conception d'ouvrages de stockage.

Etudes générales à poursuivre

Le programme d'études générales, dans le cadre des activités françaises de R&D comporte :

- la mise au point d'une méthodologie pour évaluer les coûts de déclassement et l'élaboration de codes de calcul permettant de prendre en compte l'expérience acquise;
- l'étude du point de vue de la sûreté des opérations physiques pour optimiser le déroulement du déclassement;
- l'élaboration (sous la forme de codes, guides ou de recommandations techniques) des éléments qui conduiront ensuite à une doctrine en matière de déclassement.