

# Le coût du déclasserement des centrales nucléaires

Quelques évaluations internationales récentes

par P.L. De

Une expérience considérable a été acquise au cours de ces 35 dernières années dans le domaine du déclasserement des nombreux types d'installations nucléaires. Il s'agit notamment de prototypes de centrales, de réacteurs de recherche, d'installations du cycle du combustible et de laboratoires. Environ 150 installations situées dans 17 pays figurent sur la liste des opérations de déclasserement de l'AIEA, achevées, en cours ou en projet (voir la carte)\*.

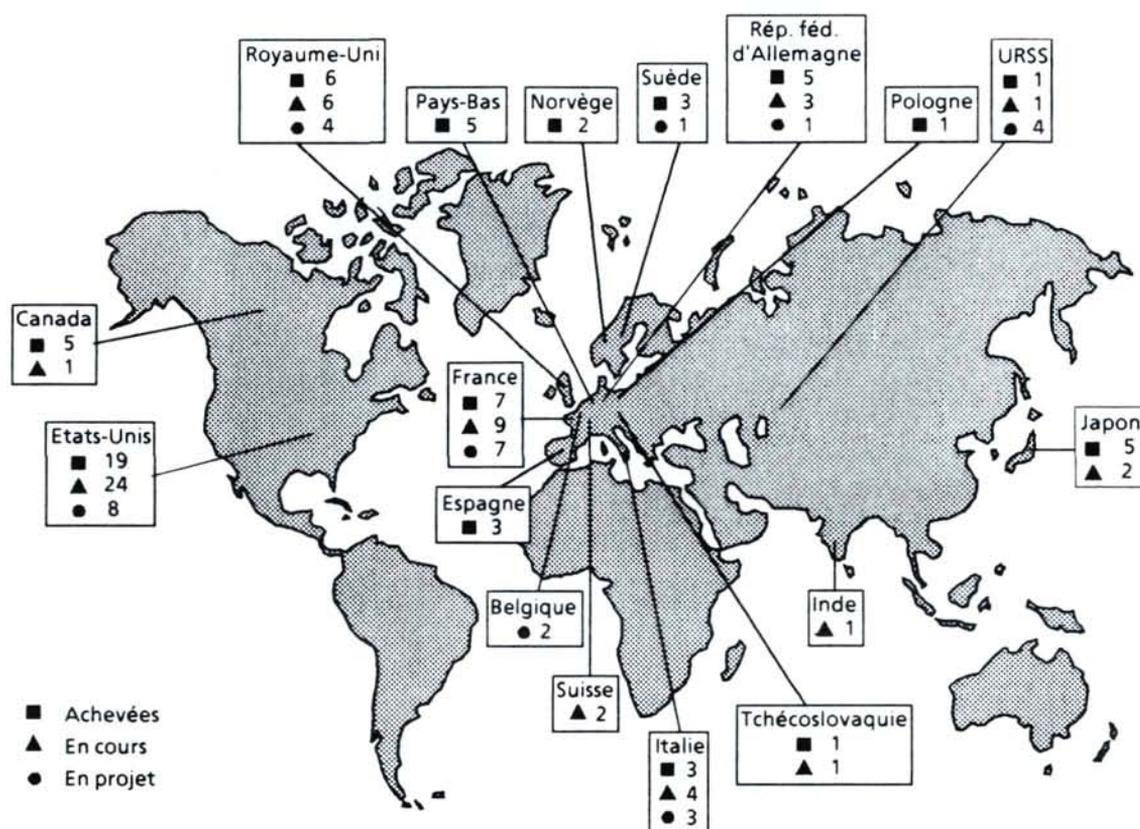
M. De est un haut fonctionnaire de la Division du cycle du combustible nucléaire et de la gestion des déchets de l'AIEA.

\* *Methodology and Technology of Decommissioning Nuclear Facilities*, Collection Rapports techniques de l'AIEA n° 267, Vienne (1986).

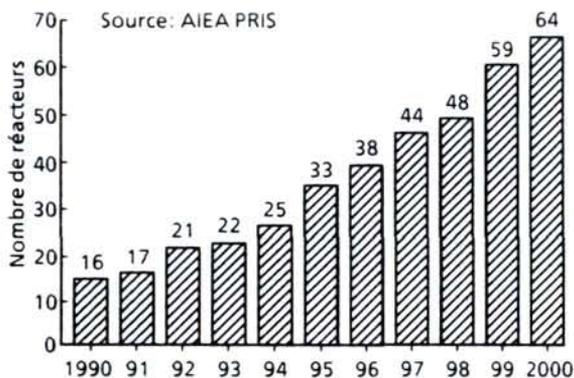
D'ici à la fin du siècle, plus de 60 centrales nucléaires et 250 réacteurs de recherche du monde entier seront probablement sur le point d'être déclassés (voir les figures).

Le terme «déclasserement» utilisé dans l'industrie nucléaire désigne les mesures prises pour arrêter l'exploitation d'une installation à la fin de sa vie utile. Ces mesures peuvent varier entre la simple fermeture et l'élimination d'un minimum de matières radioactives assorties d'une maintenance et d'une surveillance permanentes (stade 1) à l'élimination de toutes les matières radioactives inacceptables de l'installation dès sa fermeture (stade 3). Tous les travaux de déclasserement peuvent être exécutés de façon à assurer la protection sanitaire et

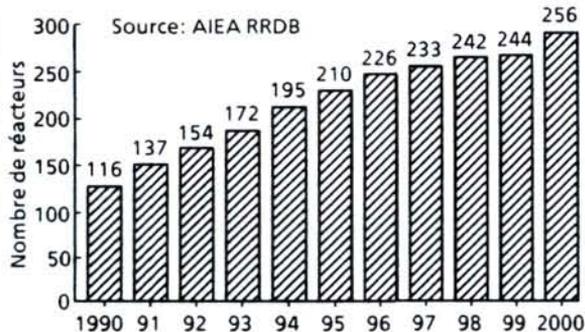
Les opérations de déclasserement des installations nucléaires dans le monde



### Centrales nucléaires dont le déclasserement est à prévoir



### Réacteurs de recherche dont le déclasserement est à prévoir



### Stades de déclasserement

Les trois stades de déclasserement des installations nucléaires définis par l'AIEA sont les suivants:

- Stade 1 (désigné parfois comme le stockage provisoire sous surveillance);
- Stade 2 (parfois désigné comme la libération du site avec restrictions);
- Stade 3 (parfois désigné comme la libération du site sans restrictions).

Le terme «stade» correspond à un ensemble de conditions régnant à la centrale et ne signifie pas forcément qu'il s'agit d'un processus continu par étapes successives. Bien que les stades 1 et 2 soient en eux-mêmes des options possibles, la plupart des pays les considèrent comme des transitions aboutissant en fin de compte au stade 3.

physique des personnes travaillant au déclasserement, de la population et de l'environnement.

L'objectif final du déclasserement est l'élimination de toute matière radioactive du site afin que ce dernier puisse être réutilisé sans restrictions quant aux rayonnements. A cet égard, l'AIEA a défini trois stades de déclasserement qui ont été acceptés au niveau international (voir l'encadré).

Plusieurs facteurs, et principalement l'ensemble du programme de développement de l'énergie nucléaire, influencent le choix de la politique de déclasserement d'un pays. Cependant, les démarches sont très différentes selon les pays:

- Certains pays envisagent une période de stockage sûr (stade 1) de cinq à dix ans avant de passer au stade 3;
- D'autres pays optent pour une politique fondée sur la mise en œuvre du déclasserement au stade 1 et, éventuellement, de quelques mesures destinées à passer au stade 2 en différant la mise en œuvre du stade 3 de quelques décennies (100 ans au maximum);
- La politique de déclasserement de certains pays consiste à passer au stade 3 dès que les conditions s'y prêtent en vue de réutiliser le site à d'autres fins.

### Le coût du déclasserement

Bien qu'aucune grande centrale industrielle n'ait encore été déclassée, les évaluations fondées sur l'expérience des petites centrales et des travaux de maintenance dans les grandes centrales sont assez représentatives. Plusieurs facteurs affectent directement les coûts de déclasserement: le type d'installation, l'option de déclasserement choisie, la durée de l'opération, les pratiques de stockage définitif des déchets, le taux d'inflation, les taux d'actualisation, etc. A cause de ces variables, le coût du déclasserement diffère selon les pays et selon les centrales.

Dans de nombreux pays, les frais de retraitement du combustible irradié et de stockage définitif des déchets de haute activité qui en résultent ou les frais de stockage définitif du combustible irradié sont considérés comme partie intégrante du coût du combustible. De même, les frais de stockage définitif des déchets résultant de l'exploitation sont considérés comme partie intégrante des frais d'exploitation et de maintenance des centrales. Ces pays ne tiennent donc pas compte de ces frais dans leurs prévisions de dépenses de déclasserement.

L'évaluation la plus fiable ne peut résulter que d'une analyse technique de la centrale considérée. Cependant, les évaluations générales devraient fournir une bonne base de planification initiale. Comme un minimum d'infrastructure organisationnelle et technique est nécessaire aux travaux de déclasserement, les frais du déclasserement des centrales de petite taille diffèrent probablement très peu, dans l'absolu, de ceux du déclasserement des grandes centrales. Le coût du kilowatt produit par des centrales de petite taille est élevé et il ne faudrait pas l'extrapoler aux grandes centrales mais tenir compte, au contraire, des économies d'échelle.

Le rapport d'un groupe d'experts réunis par l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (AEN/OCDE) pour traiter du déclasserement a conclu à la faisabilité

technologique de ce dernier, à la possibilité de gérer les volumes de déchets et à la faible répercussion des frais de déclassement sur les coûts de production de l'électricité\*.

Les frais de déclassement d'un grand réacteur commercial représenteraient de 2 à 5% des coûts annuels de production de l'électricité. Telle est la conclusion que l'on peut tirer des prévisions faites au Canada, aux Etats-Unis, en Finlande, en République fédérale d'Allemagne et en Suède.

Malgré les incertitudes que comporte la prévision de ces coûts, les taux réels d'actualisation applicables, ou la durée utile du réacteur, il est peu probable que l'on revienne sur cette conclusion.

Dans une récente étude, l'Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique (UNIPED) fonde ses calculs sur les «coûts de construction» plutôt que sur les «coûts de production de l'électricité», comme l'a fait l'Agence pour l'énergie nucléaire\*\*. La conclusion est que le coût du déclassement représente de 10 à 20% du coût de construction, c'est-à-dire du coût d'équipement de la centrale. A noter que le coût de construction n'est qu'un élément du coût de production de l'électricité, lequel comprend également les coûts d'exploitation et de maintenance, ainsi que les coûts du combustible. Les conclusions de l'UNIPED s'accordent donc bien à celles de l'AEN.

Le coût de l'électricité nucléaire (et classique) est un important facteur des décisions à prendre quant à la production future d'électricité. C'est pourquoi des études ont été faites par l'AIEA, essentiellement pour les pays en développement, et par l'AEN/OCDE et l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour les pays membres de l'OCDE\*\*\*. Les prévisions du coût du déclassement se situent dans une large fourchette allant de 130 millions à 477 millions de dollars des Etats-Unis.

Les prévisions des pays en développement, telles qu'elles apparaissent dans l'étude de l'AIEA, montrent que l'Inde, l'Indonésie, la Pologne, la République de Corée, la Tchécoslovaquie et la Yougoslavie ont postulé des coûts de déclassement non actualisés variant entre 60 millions et 163 millions de dollars. L'option de déclassement n'a pas été spécifiée, ce qui expliquerait l'étalement des prévisions. Le Brésil, la Chine, la Hongrie et la Turquie n'ont pas avancé leurs propres hypothèses. Pour ces pays, on a considéré dans l'étude que 10% des coûts de construction ou d'équipement seraient une bonne approximation, le coût total s'établissant alors entre 124 millions et 235 millions de dollars (voir les tableaux).

\* Déclassement des installations nucléaires: faisabilité, besoins et coûts, rapport d'un groupe d'experts de l'AEN/OCDE, Paris, 1986.

\*\* «Operators' Views of Key Issues Confronting Nuclear Power and Decommissioning», par J. Essmann, UNIPED, mémoire présenté à la Conférence internationale (1989) de la Commission des Communautés européennes sur le déclassement des installations nucléaires, Bruxelles (Octobre 1989).

\*\*\* *Prévision des coûts de production de l'électricité*, OCDE, Paris (1989); et *Projected Costs of Nuclear and Conventional Base Load Electricity Generation in some IAEA Member States*, IAEA-TECDOC-569, Vienne (1990).

**Coût du déclassement dans les pays de l'OCDE**

	Type et puissance de la centrale	Coût en janvier 1988 (millions de dollars des Etats-Unis)
Allemagne, Rép. féd. d'	PWR 1256 MWe	280
Belgique	PWR 1390 MWe	207
Canada	HWR 881 MWe	196
	HWR 400 MWe	164
Espagne	PWR 950 MWe	268
Etats-Unis	PWR 1144 MWe	130
Finlande	PWR 1000 MWe	189
France	PWR 1390 MWe	208
Italie	PWR 945 MWe	477
Japon	LWR 1100 MWe	221
Pays-Bas	PWR 1300 MWe	320
Royaume-Uni	PWR 1175 MWe	380

Note: Résultats d'une étude AEN/AIE de 1988. Les coûts indiqués sont des estimations d'après les réponses à un questionnaire.

**Coût du déclassement dans les pays en développement**

	Puissance de la centrale	Pourcentage de l'investissement	Coût du déclassement	
			US \$/kWe	Millions de dollars
Brésil*	1245 MWe	10	170	212
Chine*	900 MWe	10	138	124
Hongrie*	950 MWe	10	190	181
Inde	450 MWe	25	363	163
Indonésie	1000 MWe	6	95	95
Pologne	940 MWe	8	117	110
République de Corée	940 MWe	4	64	60
Tchécoslovaquie	916 MWe	10	132	121
Turquie**	1066 MWe	10	220	235
Yougoslavie	1000 MWe	4	95	95

\* 10% du coût initial d'équipement, postulé par l'équipe de l'AIEA.

Note: Les coûts indiqués sont des estimations d'après les réponses à une enquête de l'AIEA menée en 1988-1989.

Il apparaît, d'après les résultats publiés, que les prévisions des coûts de déclassement varient considérablement d'un site à l'autre et d'un pays à l'autre. Le public est très perplexe au sujet des coûts «réels» (et peut-être aussi au sujet de l'aptitude des services techniques à réaliser les déclassements dans l'avenir).

C'est pourquoi l'AEN/OCDE a récemment réuni un groupe d'experts chargés de déterminer dans quelle mesure les écarts entre les prévisions peuvent s'expliquer, afin de rassurer le public informé et les dirigeants au sujet de l'énergie d'origine nucléaire en général et du déclassement des installations en particulier. Onze pays et deux organisations internationales sont représentés à ce groupe d'experts, dont l'étude est attendue pour le milieu de l'an prochain.

### Financement du déclassement

Le déclassement est considéré comme faisant partie de la vie de la centrale (dont il est la phase terminale). Le coût de l'opération devrait donc être assumé par les consommateurs qui profitent de l'électricité produite par la centrale. Cette manière de voir est généralement acceptée dans nombre de pays. Toutefois, les méthodes de financement varient d'un pays à l'autre. Là encore, plusieurs options existent et sont mises en pratique. Les plus communément retenues sont le versement anticipé, le fonds d'amortissement extérieur, la réserve intérieure, le fonds de cautionnement, la lettre de crédit ou l'assurance.

Les deux extrêmes sont soit une somme globale mise en réserve au début de l'exploitation de la centrale, soit une somme globale constituée à la fin de la durée utile de la centrale. La solution intermédiaire consiste à accumuler progressivement des fonds pendant toute la durée d'exploitation, dans un compte spécial de réserve, interne ou externe.

---

### Conclusions

Comme la plupart des projections de coûts de déclassement sont faites compte tenu d'objectifs différents et spécifiques, et impliquent par conséquent des

opérations de plus ou moins grande envergure, toute comparaison peut être trompeuse à moins que les prévisions ne soient accompagnées d'un commentaire suffisamment explicite. Des prévisions de caractère général peuvent utilement servir à une planification initiale, mais il n'en reste pas moins que seule l'étude spécifique d'un site déterminé donne des résultats vraiment fiables.

Il est essentiel qu'un effort soit fait sur le plan international pour harmoniser les diverses prévisions, et il se peut qu'il faille, à cette fin, étudier et mettre en pratique une méthodologie «commune» acceptable par l'ensemble des pays.

Les tentatives récemment faites par l'Agence pour l'énergie nucléaire pour interpréter les divergences apparentes des prévisions de coûts sont un pas sur la bonne voie. De son côté, l'AIEA a proposé une formule faisant intervenir divers éléments de coûts et recommande une méthodologie dans son rapport technique de 1986 sur la méthodologie et la technologie du déclassement des installations nucléaires. Elle a également prévu dans son programme pour 1991-1992 quelques études spécifiques sur une méthodologie commune de calcul des coûts.

Il faut espérer que ces initiatives sur le plan international éclaireront le problème de l'estimation correcte des coûts de déclassement des centrales nucléaires dans l'avenir.

La centrale nucléaire de Shippingport (Etats-Unis) en cours de démantèlement. (Photo: US DOE)

