

Le nucléaire au Japon: expérience, perspectives, projets

*D'ici à 1995, les centrales nucléaires devraient fournir
35% de l'électricité du pays*

par Takashi Mukaibo

Trente ans se sont écoulés depuis que le Japon a lancé un projet national de recherche-développement dans le domaine de l'énergie nucléaire. Les lois fondamentales régissant le développement et l'application de l'énergie atomique remontent à 1955; elles en limitent l'utilisation à des fins strictement pacifiques et, depuis lors, toutes les activités en ce domaine relèvent de ces lois.

En tant que pays pauvre en ressources énergétiques, le Japon compte beaucoup sur l'énergie nucléaire pour assurer son approvisionnement dans les années à venir. Par ailleurs, seul pays victime des armements nucléaires, le Japon a toujours été soucieux de sûreté nucléaire lors de la conception, de la construction et de l'exploitation d'installations nucléaires.

L'uranium compte parmi les ressources dont le Japon manque. Par conséquent, la rentabilisation de ce minerai est un des objectifs que le pays s'est fixé.

C'est à longue échéance qu'il faut planifier l'équipement nucléo-énergétique d'un pays; le gouvernement a donc mis en place un plan à long terme pour la recherche, le développement et l'utilisation de l'énergie nucléaire, périodiquement mis à jour, en fonction de l'évolution de ce secteur (environ tous les cinq ans). La Commission de l'énergie atomique a déjà commencé à réviser le plan en cours.

Le développement de l'énergie nucléaire

En 1957, le gouvernement a décidé de recourir au transfert de technologie pour accélérer le développement de l'énergie nucléaire. La première centrale industrielle utilisait un réacteur britannique de type Calder Hall, d'une puissance de 166 MWe, modéré au graphite et refroidi par gaz. La technologie nécessaire aux réacteurs à eau bouillante a été importée des Etats-Unis et un réacteur de puissance de démonstration, de 12,5 MWe, a été construit à l'Institut japonais de recherche sur l'énergie nucléaire (JAERI) de Tokai-mura, à une centaine de kilomètres de Tokyo. Il a cessé d'être exploité en 1976

M. Mukaibo est président intérimaire de la Commission de l'énergie atomique du Japon, dont le siège est à Tokyo.

et sert actuellement à des démonstrations en vue de la mise au point de techniques de déclassement des réacteurs de puissance.

Concrétisant l'évolution des réacteurs à eau légère aux Etats-Unis, le Japan Atomic Power Company (entreprise regroupant 9 compagnies d'électricité) a opté pour un réacteur à eau légère importé des Etats-Unis. C'était le premier réacteur à eau légère exploité commercialement au Japon. Depuis lors, toutes les centrales industrielles opérant au Japon sont équipées de ce type de réacteur. En trente ans, l'industrie nucléaire japonaise est parvenue à l'autosuffisance, sauf en ce qui concerne certains composants spéciaux et les logiciels. Il existe actuellement au Japon 32 réacteurs de puissance totalisant environ 25 000 MWe, soit à peu près 16% de la puissance installée totale du pays. Les centrales nucléaires ont fourni 26% de l'électricité et 8% de l'énergie consommées au Japon entre avril 1985 et mars 1986.

La croissance s'impose

A la suite des deux chocs pétroliers des années 70, le Japon a tout fait pour réduire sa consommation d'énergie et trouver de nouvelles sources pour son approvisionnement énergétique à venir, lequel n'est pas assuré dans la mesure où il est tributaire de la situation économique et politique mondiale. D'après les projections établies par le gouvernement, l'énergie d'origine nucléaire — essentiellement électrique — devrait atteindre 48 000 MWe d'ici à 1995. Elle devrait alors permettre la production de 285 térawatt-heures, soit 35% de la production totale.

Dans les premiers temps, de nombreux réacteurs à eau légère ont connu au Japon de graves difficultés techniques: fissuration par corrosion des tuyaux du circuit de refroidissement primaire, fissuration par contrainte thermique des distributeurs d'eau d'alimentation dans les réacteurs à eau bouillante, fuites des tuyaux de chauffe des générateurs de vapeur, fissuration par corrosion des clavettes d'attache des barres de commande des réacteurs à eau sous pression.

Vue partielle de la centrale nucléaire Fukushima 1, de la Tokyo Electric Power Company. (Photo: Japan AEC)



Centrifugeuse à plusieurs étages de l'usine pilote japonaise d'enrichissement de l'uranium. (Photo: Japan AEC)

Le facteur de charge moyen des centrales japonaises est tombé à 40% entre 1975 et 1977. Depuis lors, un certain nombre de mesures ont toutefois permis de rendre les centrales plus fiables: remplacement des composants défectueux, changements de matériel, amélioration des techniques de soudage, contrôle de la qualité de l'eau, nouvelles techniques d'inspection, entre autres. Le facteur de charge moyen a atteint 70% ces trois dernières années (76% pour l'exercice 1985).

L'accident de Three Mile Island, survenu en 1979, a montré toute l'importance du facteur humain de l'interface entre l'homme et la machine et de la gestion de l'exploitation sur le plan de la sûreté nucléaire.

Le Japon reconnaît l'importance de l'échange d'informations concernant tout incident ou accident survenant dans une centrale nucléaire. Les services publics ont un programme d'échange d'information avec l'Institute of Nuclear Power Operations des Etats-Unis (INPO) et participent aussi au système de notification des incidents de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire.

Perfectionnement des réacteurs à eau légère

Dans la mesure où les réacteurs à eau légère semblent demeurer en service plus longtemps que prévu, leur perfectionnement est plus que jamais une priorité au Japon. Voici les grands objectifs qui ont été fixés:

● **Abaissement des coûts de construction.** Le prix du charbon — en grande partie importé — a diminué, ce qui a réduit l'avantage économique dont jouissait l'électricité d'origine nucléaire par rapport à celle produite à partir du charbon. Mais, dans la mesure où le prix des combustibles fossiles va sans doute augmenter à longue

échéance, on estime que l'énergie d'origine nucléaire conserve son avantage économique.

En ce qui concerne la production nucléo-électrique, les coûts d'investissement représentent 70% des coûts de production; il faut donc essentiellement réduire le coût de la construction d'une centrale pour que celle-ci devienne plus rentable. Quelques mesures ont donc été prises à cette fin: normalisation et amélioration de la conception des centrales; réduction des délais de construction; amélioration des techniques d'approvisionnement; augmentation de la puissance.

● **Réduction de la durée des inspections de routine.** A l'heure actuelle, il faut environ 90 jours pour effectuer une inspection de routine dans une centrale de 1100 MWe. Cette durée va pouvoir être abrégée grâce à l'utilisation d'appareils télécommandés et à la rationalisation des procédures d'inspection. L'objectif visé est de 60 à 70 jours pour les centrales déjà en exploitation et de 45 à 60 jours pour les nouvelles centrales.

● **Prolongation du cycle d'exploitation.** Ce cycle est désormais passé de 9 à 12 mois pour les centrales en service et des études sont en cours pour le porter à 15 ou 18 mois en adoptant un combustible de haute performance à taux de combustion élevé, et d'une plus grande fiabilité. Grâce à ces mesures, on compte obtenir un facteur de charge de 80 à 85%.

● **Amélioration du combustible.** Grâce aux améliorations obtenues dans la conception, la fabrication et la gestion du combustible, on a réussi à limiter les barres de combustible endommagées à une sur 100 000. On utilisera désormais du combustible à revêtement intérieur en zirconium pour limiter encore davantage les dégâts et faciliter la modulation en fonction de la charge. D'autres travaux sur le nombre ou le diamètre de certaines barres doivent également permettre d'améliorer le rendement du combustible.

● **Autres objectifs.** Du point de vue économique, il faudrait par ailleurs faire progresser la production totale d'électricité d'une centrale. Il conviendrait donc de mettre au point des techniques de prévision et d'extension de la durée utile d'une centrale.

Les centrales nucléaires japonaises en exploitation

	Nombre	Puissance installée (MWe)
<i>En exploitation</i>		
Réacteurs refroidis par un gaz	1	170
Réacteurs à eau bouillante	16	12 910
Réacteurs à eau pressurisée	15	11 440
Total	32	24 520
<i>En construction ou prévus</i>		
Réacteurs à eau bouillante	8	8 240
Réacteurs à eau pressurisée	8	7 930
Total	16	16 170

Source: Japan AEC

La sûreté nucléaire

Quel que soit l'aspect considéré, c'est la sûreté qui est prioritaire dans le nucléaire. Cette politique est inscrite de manière explicite dans la loi fondamentale sur l'énergie nucléaire. La sûreté est assurée par six moyens: 1) les mesures de sécurité dans les centrales; 2) un système de surveillance du milieu qui permet la détection rapide de tout accroissement anormal de la radioactivité; 3) la multiplication des recherches et d'études en vue d'assurer la sûreté; 4) la formation du personnel; 5) la mise en œuvre d'une réglementation par les autorités centrales et locales; 6) la sensibilisation des gestionnaires et des exploitants aux questions de sûreté.

Pour renforcer le dispositif réglementaire, on a créé en 1978 la Commission de la sûreté nucléaire, organisme distinct de la Commission de l'énergie atomique et tout à fait indépendant des autres organismes gouvernementaux chargés de la promotion de l'énergie nucléaire. L'expérience japonaise est très positive sur le plan de la sûreté: le Japon n'a connu aucun incident ayant constitué un danger pour le public. Chaque fois qu'un accident grave a eu lieu à l'étranger, la Commission de la sûreté nucléaire a immédiatement créé un comité d'étude pour en tirer les enseignements et améliorer la sûreté au Japon.

La réaction après Tchernobyl

L'accident survenu récemment à la centrale de Tchernobyl a été un choc pour le peuple japonais. Quelques jours après l'accident, des retombées radioactives ont été détectées par le système de surveillance japonais, mais étant donné leur faible radioactivité, ni la population ni l'environnement n'en ont souffert. L'accident nous a toutefois rappelé qu'un accident de réacteur peut avoir des conséquences sur l'environnement, et ce dans le monde entier.

Les réacteurs utilisés au Japon n'étant pas du même type que ceux de Tchernobyl, les autorités ont estimé qu'aucune mesure immédiate ne s'imposait pour assurer la sûreté des centrales japonaises. Quant aux mesures à long terme, la Commission de la sûreté nucléaire a créé un comité spécial pour étudier l'accident de Tchernobyl. Ce comité passe actuellement au peigne fin le rapport que l'Union soviétique a soumis à l'AIEA.

Sur le fond, le Japon est d'accord avec les conclusions de la réunion au sommet de Tokyo (mai 1986) et avec celles de la réunion d'experts de l'AIEA (août 1986) concernant la coopération internationale en vue d'améliorer la sûreté nucléaire dans le cadre des activités de l'AIEA. Le Japon estime toutefois que les questions de budget et de personnel méritent un complément d'examen.

Le cycle du combustible nucléaire

Il faut assurer la stabilité de l'approvisionnement en combustible nucléaire, et continuer d'améliorer la fiabilité et la rentabilité des réacteurs (voir le tableau sur la demande actuelle et les perspectives à l'horizon 1990).

La demande actuelle et future d'uranium naturel au Japon

	Exercice	1984	1985	1990
Capacité nucléo-électrique (MWe)		21 000	25 000	33 000
Demande d'uranium*	Annuelle	6 400	5 900	11 000
	Cumulée	55 000	61 000	100 000

* Exprimée en tonnes courtes de U₃O₈. Une tonne courte U₃O₈ égale 0,7693 tonne métrique d'uranium.

L'approvisionnement en uranium est assuré par des contrats à long terme conclus avec l'étranger, et ce jusqu'à la fin des années 1990. En outre, pour garantir l'approvisionnement aussi longtemps que possible, la société PNC (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) et des entreprises privées prospectent l'uranium à l'étranger.

Le Japon a conclu des contrats pour l'enrichissement de l'uranium avec les Etats-Unis et Eurodif. En outre, des recherches sont en cours au Japon même sur les techniques d'enrichissement. Une usine pilote utilisant la centrifugation opère avec succès depuis déjà plusieurs années. Le PNC fait actuellement construire une grande usine. Une autre grande installation, qui sera exploitée commercialement, va être construite par des entreprises privées, à partir d'une conception améliorée mise au point par le PNC.

Le retraitement

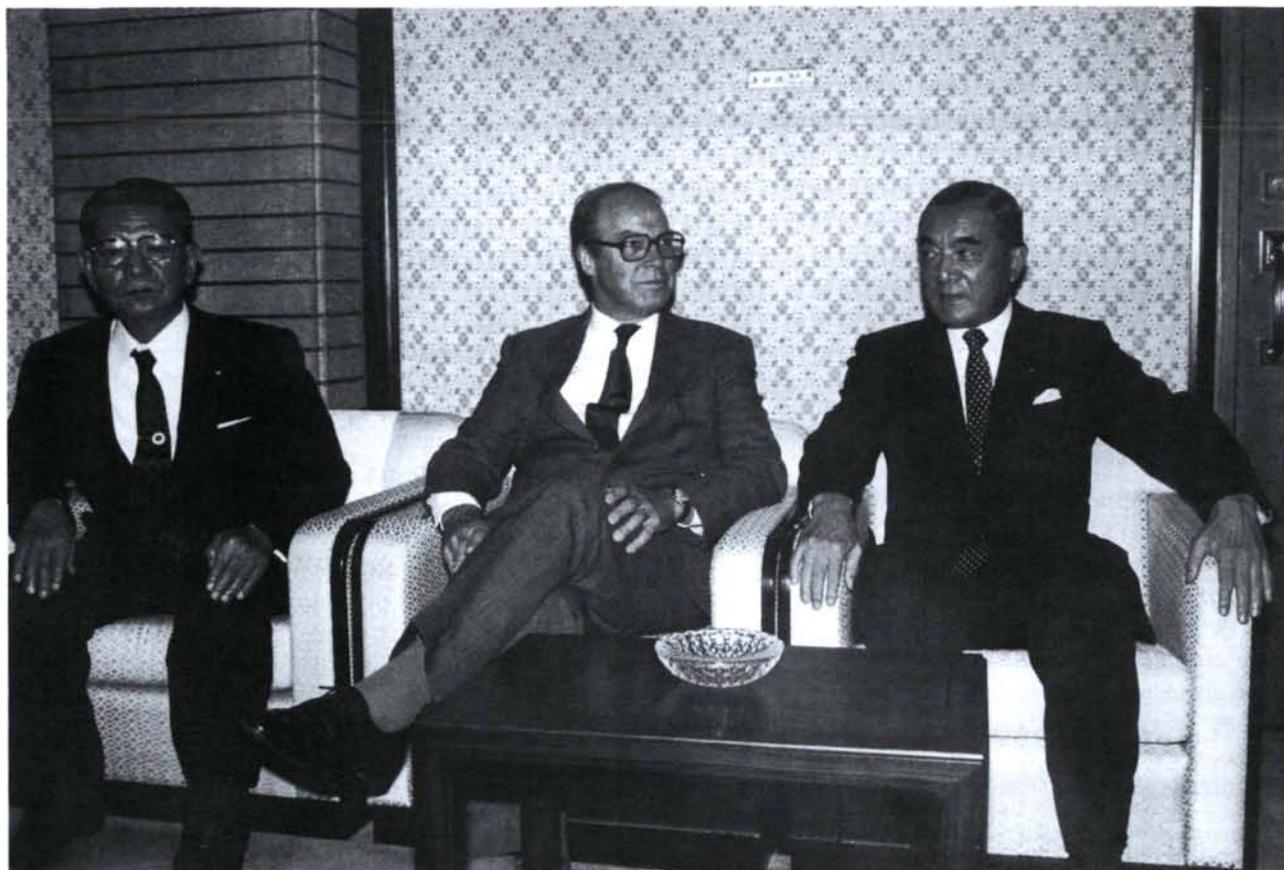
Pour rentabiliser au maximum l'uranium importé, la politique du Japon consiste à retraiter le combustible irradié afin d'utiliser le plutonium et l'uranium récupéré comme combustibles pour les réacteurs.

La recherche fondamentale nécessaire à la mise au point de ces techniques a été effectuée par JAERI, mais les techniques de retraitement ont été importées de France, afin de permettre au programme nucléaire d'atteindre le stade de l'exploitation industrielle. La première usine de retraitement — d'une capacité de 0,7 tonne par jour — a été construite à Tokai-mura et mise en service à titre expérimental en 1977. Fin 1985, 253 tonnes de combustible irradié avaient été retraitées.

Pour répondre à la demande, on a créé une entreprise privée, qui prévoit de construire une usine de retraitement de taille industrielle. Il est prévu de construire une usine qui traiterait 800 tonnes par an, dans le nord de Honshu, la principale île japonaise. L'exploitation devrait commencer en 1995.

De nouveaux réacteurs de puissance sont à l'étude

A longue échéance, les réacteurs de pointe joueront un rôle important dans la production d'électricité. Le PNC a construit et exploite un surgénérateur rapide de 100 MW (thermiques), baptisé «Joyo». Un autre surgénérateur rapide de 280 MWe — «Monju» — est



A Tokyo, le 29 octobre, M. Yasuhiro Nakasone, premier ministre du Japon (à droite), M. Mitsubayashi, ministre d'Etat (à gauche), et M. Blix, directeur général de l'AIEA, ont discuté de la coopération internationale et du développement pacifique de l'énergie nucléaire. Pendant ces entretiens, M. Nakasone a personnellement assuré M. Blix de l'appui de son pays pour les travaux de l'Agence, en particulier pour le programme élargi de sûreté nucléaire élaboré en réponse à l'accident de Tchernobyl. Ils se sont aussi entretenus de la coopération du Japon en ce qui concerne les mesures relatives aux garanties et les programmes d'assistance technique. M. Blix a visité le Japon à l'occasion du 30ème anniversaire du développement pacifique de l'énergie atomique dans le pays. Dans un discours prononcé à Tokyo le 31 octobre lors de la cérémonie de commémoration, M. Blix a félicité le Japon pour ses réalisations et pour l'appui qu'il apporte de longue date à la coopération internationale dans ce domaine. Il a mentionné spécifiquement les «excellents résultats» obtenus par le pays dans l'amélioration de la performance d'exploitation de ses centrales nucléaires depuis 1980, et l'importance que le gouvernement accorde à la sûreté. (Photo: Japon, Cabinet du Premier Ministre)

actuellement en construction. Il devrait entrer en divergence en 1992.

Autre projet national: le PNC a construit un nouveau type de réacteur, le réacteur avancé à neutrons thermiques, modéré à l'eau lourde et refroidi à l'eau légère. Ce réacteur devrait utiliser comme combustibles le plutonium et l'uranium appauvri. Un réacteur de ce type — «Fugen» — fonctionne sans problèmes depuis sa mise en exploitation en 1979.

A partir de l'expérience de Fugen, on a conçu un réacteur avancé à neutrons thermiques de grande puis-

sance (600 MWe) qui sera construit dans le nord du pays. La mise en exploitation est prévue pour le début des années 1990.

Comme la réalisation des surgénérateurs rapides industriels traîne un peu — aussi bien au Japon qu'ailleurs — la politique japonaise consiste à recycler dans toute la mesure du possible le plutonium et de l'utiliser dans d'autres types de réacteur. Deux projets en ce sens sont en cours. Le premier a pour but d'affecter le plutonium aux réacteurs avancés à neutrons thermiques; l'autre, aux réacteurs à eau légère.



L'AIEA organise: conférences...

Date	Sujet	Lieu
1987		
30 mars– 3 avril	Colloque international AIEA/UNESCO sur l'utilisation de techniques isotopiques dans la mise en valeur des ressources en eau	Vienne
11–15 mai	Colloque international AIEA/AEN sur la partie terminale du cycle du combustible nucléaire — stratégies et options	Vienne
29 juin– 3 juillet	Colloque international sur les questions de sûreté liées au vieillissement et à l'entretien de centrales nucléaires	Vienne
31 août– 4 septembre	Colloque international sur la dosimétrie en radiothérapie	Vienne
28 septembre– 2 octobre	Conférence internationale sur la performance et la sûreté des centrales nucléaires	Vienne
19–23 octobre	Colloque international sur l'utilisation des réacteurs de recherche polyvalents et la coopération internationale dans ce domaine	Grenoble France

...et séminaires

1987		
2–6 mars	Séminaire FAO/AIEA pour l'Amérique latine sur l'amélioration de la capacité de reproduction et de la santé du bétail par application du radioimmunosage et des techniques apparentées	Caracas
30 mars– 3 avril	Séminaire sur l'expérience concernant la sûreté d'exploitation des réacteurs à eau sous pression à deux boucles	Krško Yougoslavie
22–26 juin	Séminaire sur l'application de l'informatique à la radioprotection	Bled Yougoslavie
13–17 juillet	Séminaire pour l'Asie et le Pacifique sur les procédures d'étalonnage dans les laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie (LSED)	Kuala Lumpur
28 septembre– 2 octobre	Séminaire pour l'Amérique latine sur l'utilisation des techniques isotopiques en hydrologie	Mexico

Pour tous renseignements complémentaires s'adresser au Service des conférences de l'AIEA, B.P. 100, A-1400 Vienne, ou à l'organisme compétent dans chaque Etat Membre: autorité chargée des questions nucléaires ou Ministère des affaires étrangères. Une liste complète des conférences, expositions et cours de formation organisés dans le monde paraît régulièrement dans la publication trimestrielle de l'AIEA intitulée *Meetings on Atomic Energy*. La section *Keep abreast* donne des indications sur la façon de commander les publications de l'AIEA.