

la physique théorique appartient à la même catégorie d'activités créatrices que l'art. Elle exige beaucoup plus de connaissances formelles, mais elle est une forme d'expression personnelle, une source qui permet de se renouveler soi-même et de renouveler la civilisation et estime qu'il est très important de participer à ce renouvellement. En outre, un petit pays, dont les ressources sont limitées, peut faire à la physique théorique un apport considérable, comme l'ont fait par exemple le Danemark et les Pays-Bas.

---

## LE JAPON ET LA COOPERATION ATOMIQUE

Le Japon, qui a invité la Conférence générale de l'Agence à tenir à Tokyo sa neuvième session ordinaire, a un important programme de développement de l'énergie d'origine nucléaire qui doit lui permettre de satisfaire ses besoins dans l'avenir. En outre, il s'intéresse activement aux autres applications de l'énergie atomique et édifie une industrie nationale de génie nucléaire. Le Japon a mis en profit les possibilités de collaboration internationale offertes par l'Agence, et il est partie au premier accord bilatéral comportant des garanties contre le détournement des matières nucléaires dont l'administration a été transférée à l'Agence. Le Japon a également accordé son appui aux programmes de l'Agence sous forme de dons, de cours de formation, de recherches et d'échange de spécialistes.

En 1961, la Commission japonaise de l'énergie atomique a établi un «Programme à long terme pour le développement et l'utilisation de l'énergie atomique» en se fondant sur les perspectives économiques de la production d'électricité d'origine nucléaire et les conditions qu'il faudrait remplir pour satisfaire la demande intérieure d'énergie qui ne cesse de croître. Pour le faire, elle a tenu compte de l'évolution des réacteurs de puissance outre-mer et elle a admis que l'énergie d'origine nucléaire pourrait supporter la concurrence de l'énergie produite par les centrales thermiques au fuel-oil en 1970. Sur cette base, la puissance installée totale des centrales nucléaires atteindra, en 1970, 1 000 MW(e) et, en 1980 7 000 à 9 500 MW(e).

Comme prélude à ce programme, la Japan Atomic Power Company (JAPCO) a commencé, en 1959, la construction d'une centrale nucléaire dont le réacteur est refroidi par un gaz et ralenti au graphite (type Calder Hall amélioré) d'une puissance brute de 165 MW(e). Les travaux se sont déroulés selon les

prévisions et le réacteur a divergé en mai 1965; on pense qu'il fournira du courant au réseau avant la fin de cette année.

La deuxième centrale nucléaire sera construite par la même société sur la côte de la mer du Japon; son réacteur sera refroidi et ralenti à l'eau légère et aura une puissance de 250 à 300 MW(e). On active l'exécution de ce projet et on espère que la construction sera terminée en 1970. Trois compagnies d'électricité (celles de Tokyo, de Kansai et de Chubu) procèdent aux travaux préparatoires à la construction de trois centrales nucléaires de 300 MW(e) chacune, qui seront terminées vers 1970. Si ces projets sont exécutés conformément aux prévisions, l'objectif de 1 000 MW(e), fixé dans le programme à long terme, sera dépassé.

Toutefois, il est probable que le prix de revient du kWh fourni par la première centrale de la JAPCO sera plus élevé que prévu, et que les centrales nucléaires de la génération suivante ne pourront pas immédiatement faire concurrence aux centrales thermiques alimentées au fuel-oil.

En vue de favoriser la production d'énergie d'origine nucléaire au stade de la recherche et de la mise au point, la Commission a fait des études spéciales sur la construction d'une usine de traitement chimique du combustible irradié et sur la valeur de reprise du plutonium contenu dans ce combustible. Cinq centrales nucléaires seront en service en 1970 et on estime que la quantité annuelle de combustible irradié (uranium enrichi ou naturel) sera de 100 tonnes en 1970 et de 200 tonnes en 1975. Pour pouvoir effectuer au Japon le traitement chimique du combustible irradié dans le cadre de sa politique de développement nucléaire, la Commission a étudié la construction d'une installation d'une capacité de 0,7 tonne par jour qui devrait être terminée en 1970. L'Atomic Fuel Corporation (AFC) a demandé à une société britannique, au cours de l'exercice 1963, de faire les études préliminaires de l'installation et elle va prochainement s'attaquer aux plans détaillés. Le coût de la construction est estimé à environ 10 milliards de yen. Entretemps, les recherches sur le traitement chimique sont menées à bien conjointement par le Centre japonais d'études nucléaires et l'AFCO.

Une autre application importante de l'énergie nucléaire est la propulsion des navires. Les recherches sur ce sujet ont été amorcées en 1957 par le Ship Research Institute du Ministère des transports, par la Nuclear Ship Research Association et par les industries privées intéressées. Après une longue discussion sur la construction d'un navire nucléaire, la Commission s'est décidée en 1962 pour un navire-école océanographique d'un déplacement brut de 6 000 tonnes. La Japan Nuclear Ship Development Agency (JNSDA) a été créée en août 1963; elle est l'organe d'exécution, financé conjointement par le gouvernement et l'industrie. Conformément au programme de mise au point du premier navire nucléaire, établi précédemment par la Commission, le calendrier des travaux est le suivant: achèvement des plans préliminaires en 1963, début de la construction en 1964, achèvement de la construction en 1968, essais en mer et navigation expérimentale pendant les deux années suivantes. Après l'exécution des plans préliminaires du navire, les principales caractéristiques ont été fixées en 1963. Le réacteur est du type à cycle indirect à l'eau ordinaire.

## REACTEURS DE RECHERCHE

	Type	Puissance	But	Emplacement	Divergence
1.	JRR-1 U enrichi, eau légère bouillante	50 kW(t)	Formation, recherche fondamentale	Tokai-mura	Août 1957
2.	JRR-2 U enrichi, eau lourde (type CP-5)	10 MW(t)	Recherche fon- damentale, essai de matériaux, essais techno- logiques	Tokai-mura	Oct. 1960 (charge à 20 %), avril 1962 (charge à 90 %)
3.	JRR-3 (Premier réacteur fabriqué au Japon)	U naturel, eau lourde	10 MW(t) Production de radioisotopes, essais techno- logiques	Tokai-mura	Sept. 1962
4.	JRR-4 U enrichi, eau ordinaire (type piscine)	1 MW(t) (max. 3 MW(t))	Etude de protections	Tokai-mura	Janv. 1965
5.	JMTR U enrichi, eau ordinaire (type réservoir)	50 MW(t)	Essai d'irradia- tion de matières combustibles	Oharai-machi	Mars 1968 (date pro- jetée)
6.	Réacteur Goto Ikuei-kaï	U, hydrure de Zr (TRIGA-2)	100 kW(t) Formation, recherche	Kawasaki, District de Kanagawa	Janv. 1963
7.	Réacteur Hitachi	U enrichi, eau légère (type piscine)	100 kW(t) Formation, recherche	Kawasaki, District de Kanagawa	Déc. 1961
8.	Réacteur Toshiba	U enrichi, eau légère (type piscine)	30 kW(t) (max. 100 kW(t)) Formation, recherche	Kawasaki, District de Kanagawa	Mars 1962
9.	Réacteur de l'Uni- versité St.-Paul	U, hydrure de Zr (TRIGA-2)	100 kW(t) Formation, recherche	Yokosuka, District de Kanagawa	Déc. 1961
10.	Réacteur de l'Uni- versité Kinki	U enrichi, eau légère (type UTR)	0,1 W (t) Formation	Fusé, Osaka	Nov. 1961
11.	Réacteur de l'Uni- versité de Kyoto	U enrichi, eau légère (type a réservoir d'eau avec piscine)	1 MW(t) Enseignement (utilisé par toutes les Universités)	Kumatori- machi, Osaka	Juin 1964

## REACTEURS DE PUISSANCE

	Type	Puissance	But	Emplacement	Divergence
12. JPDR	U enrichi, eau légère bouillante (type BWR)	12,5 MW(e)	Recherches sur les réacteurs de puissance	Tokai-mura	Août 1963
13. Réacteur de puissance JAPCO	U naturel, graphite (type) (Calder Hall)	166 MW(e)	Production de courant pour le réseau	Tokai-mura	Mai 1965

## APPLICATIONS DES RAYONNEMENTS

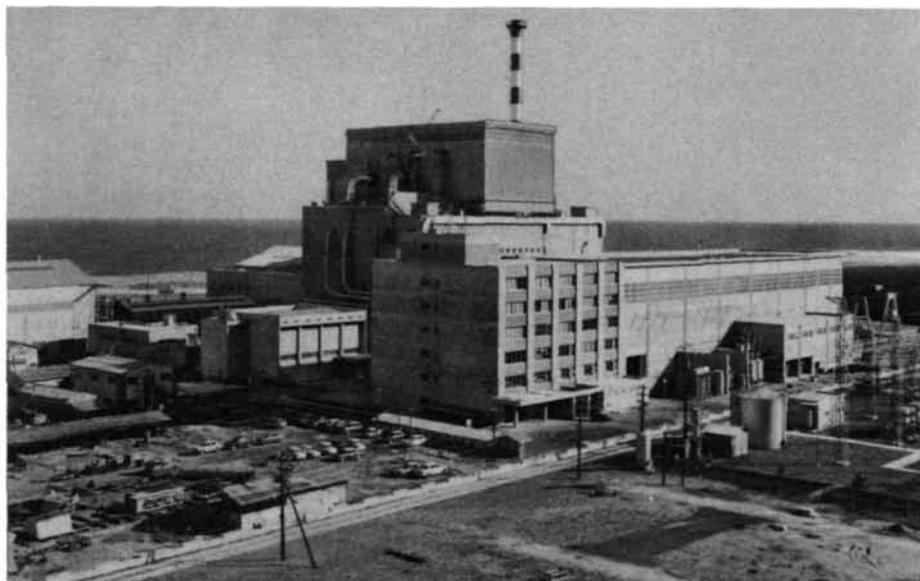
On utilise largement les rayonnements en agriculture, en médecine, dans l'industrie, etc.

Les applications agricoles comprennent l'étude du mouvement et de l'absorption des engrais dans le sol, la recherche des fuites dans les réservoirs de barrage et l'étude de l'effet des insecticides sur les récoltes. L'Institut de radiosélection du Ministère de l'Agriculture et de la sylviculture d'Omiya-machi, dans le département d'Ibaraki, est doté d'un champ d'irradiation gamma de 200 mètres de diamètre. Les expériences d'amélioration des végétaux sont faites dans ce champ gamma avec une source au cobalt-60. L'Institut a obtenu quelques succès dans ces expériences. Les universités et les autres instituts de recherche peuvent utiliser le champ gamma, ainsi que les services du Ministère. La recherche sur la conservation des aliments par irradiation a commencé en 1963 et on a créé en 1964 l'Association japonaise de recherches sur l'irradiation des aliments comprenant des chercheurs d'instituts nationaux, d'universités, etc.); elle assure des échanges de renseignements et organise des recherches et des colloques sur l'irradiation des aliments.

L'Institut national des sciences radiologiques, ainsi que des universités et des instituts nationaux de recherches, procèdent actuellement à des enquêtes et à des études sur la prévention, le diagnostic et le traitement des lésions radioinduites. L'Institut est doté d'un bêtraton de 31 MeV, d'un accélérateur linéaire médical, d'un anthroporadiamètre, d'un accélérateur Van de Graaff et d'une installation d'irradiation au cobalt-60 de 30000 curies.

Dans l'industrie, on utilise largement les rayonnements pour des mesures et des essais non destructifs. On a pu faire beaucoup d'économies en les utilisant pour le contrôle de la production dans l'industrie du papier et la sidérurgie. Des universités, ainsi que des instituts nationaux et privés de recherche procèdent depuis quelque temps à des recherches fondamentales en chimie au moyen des rayonnements.

L'établissement de recherches de Takasaki du Centre japonais d'études nucléaires procède à des expériences dans une installation-pilote pour



La première centrale nucléaire industrielle du Japon, à Tokai-Mura ; elle a divergé en mai 1965 (photo : CEA japonaise).

appliquer les résultats obtenus dans les universités et dans l'industrie. Il s'agit, en premier lieu, de faire l'essai de la polymérisation par greffe des styrènes sur la cellulose, de la polymérisation de l'éthylène et du moulage des matières plastiques à l'aide des rayonnements, Bien que l'utilisation des rayonnements dans l'industrie chimique n'en soit qu'à ses débuts, on pense qu'elle favorisera considérablement les progrès de la recherche et de la mise au point, et que l'établissement de Takasaki jouera un rôle important dans les applications de la radiochimie.

Le Japon est actuellement tributaire de l'étranger pour une grande partie de ses besoins en radioisotopes. Très prochainement, la production en grand de radioisotopes par le réacteur JRR-3 du Centre japonais d'études nucléaires sera suffisante pour satisfaire la demande intérieure.

## LE JAPON ET LA COOPERATION INTERNATIONALE

Le Japon a conclu trois accords de coopération pour l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques : avec les Etats-Unis, le Royaume-Uni et le Canada. Chacun de ces accords prévoit que des garanties seront appliquées aux matières transférées au Japon, pour empêcher tout détournement ; les deux premiers accords prévoient également que des garanties seront appliquées au matériel et aux installations. On avait toujours pensé que l'administration de ces garanties serait un jour transférée à l'Agence Etant donné les dispositions de la loi fondamentale japonaise sur l'énergie



Cuve à pression du réacteur de Tokai-Mura (photo : CEA japonaise).

---

atomique, qui limite les applications de cette énergie aux usages pacifiques, et vu le désir du Japon d'appliquer strictement ces dispositions, l'administra-

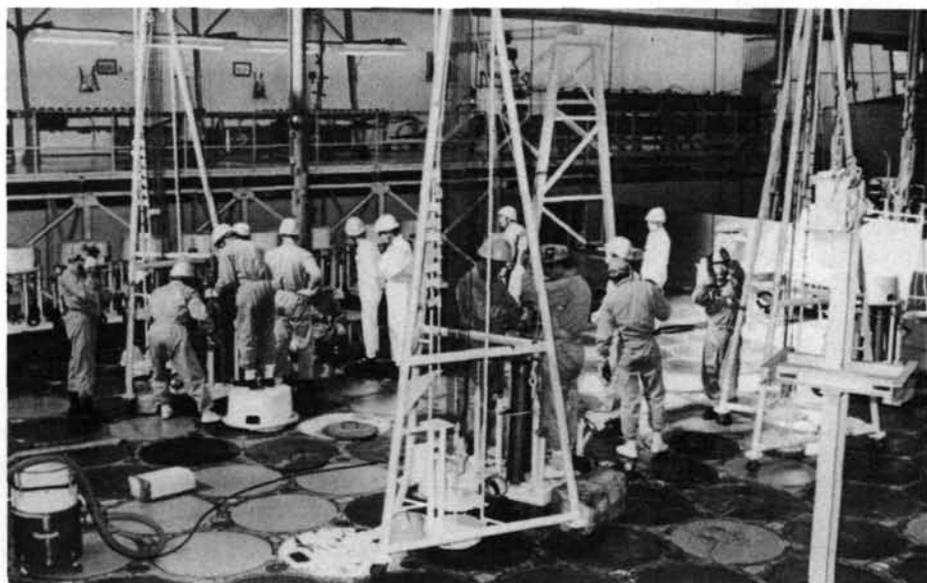
tion des garanties prévues dans l'accord nippo-américain a été transférée à l'Agence en 1963 – ce fut le premier transfert de ce genre dans le monde. Depuis, le système de garanties de l'Agence a été étendu aux grands réacteurs de puissance; aux termes de l'accord nippo-britannique, des garanties sont applicables à des réacteurs de puissance et il était prévu que l'administration de ces garanties serait aussi transférée à l'Agence. Le fait qu'un pays accepte l'inspection de l'AIEA dans le cadre d'accords bilatéraux portant, non plus sur des réacteurs de recherche, mais sur des réacteurs de puissance, constitue un précédent très important. En outre, le Japon négocie avec le Canada pour le transfert à l'Agence des garanties prévues dans l'accord bilatéral conclu entre ces deux pays. On espère que ces mesures et ces efforts de la part du Japon contribueront au développement et à l'acceptation d'un système efficace de garanties de l'Agence.

Le Japon a participé directement à des programmes de l'AIEA de plusieurs manières, notamment en donnant du matériel. Il a décidé de faire don à l'Agence d'un spectromètre de masse pour la mise en oeuvre du programme FAO-AIEA de recherches coordonnées sur les engrais dans la culture du riz et du maïs. En février 1965, le Japon a distribué 1600 capsules à utiliser dans des réacteurs de recherche pour des irradiations expérimentales. En vertu d'un accord avec l'Agence, elles ont été livrées à la Thaïlande, au Pakistan, aux Philippines et à Formose. Elles existent en cinq dimensions et sont en polyéthylène ou en aluminium.

Une importante contribution au développement des pays de l'Asie orientale consiste à former des spécialistes. Le Japon a déjà reçu 139 stagiaires étrangers, qui se répartissent comme suit:

---

Premier chargement de combustible à la centrale nucléaire de Tokai-Mura (photo: CEA japonais).



Soixante-dix boursiers de l'AIEA dont la plupart ont fait leurs études au Centre japonais d'études nucléaires, à l'Institut national des sciences radiologiques et dans d'autres établissements nationaux;

Vingt-six participants au cours de formation sur les radioisotopes (d'une durée de 4 semaines) qui a eu lieu en 1958 sous le patronage de l'AIEA et de l'UNESCO;

Seize participants à un cours de formation sur les radioisotopes (4 semaines), organisé en 1962 par l'AIEA et l'UNESCO.

Quinze participants à un cours de formation à long terme de l'AIEA sur l'application des radioisotopes dans les techniques de l'ingénieur, la chimie, la biologie et l'agriculture (18 semaines), en 1964.

Quatre stagiaires de pays d'Asie, qui avaient obtenu des bourses du gouvernement japonais.

En outre, le Japon forme neuf spécialistes pakistanais du pilotage des réacteurs arrivés en avril 1965, dans le cadre du plan de Colombo. Ils mettront à profit l'expérience acquise au Centre japonais d'études nucléaires, lorsqu'ils s'occuperont du réacteur de recherche qui est en construction au Pakistan.

Le Japon aide également les pays voisins en leur prêtant des spécialistes; c'est ainsi que 3 experts se sont rendus en Asie du Sud Est au titre du Programme d'assistance technique de l'AIEA: le premier a accompli une mission aux Philippines et dans d'autres pays dans le cadre du programme FAO/AIEA de recherches coordonnées en riziculture, au moyen des radioisotopes; les deux autres sont allés en Thaïlande pour aider des ingénieurs de ce pays à exploiter un réacteur et à manipuler le matériel de ce réacteur. Cette coopération a été très appréciée par les pays asiatiques intéressés et le gouvernement japonais a bien l'intention de poursuivre cette collaboration avec les pays étrangers.

Un événement important dans la coopération régionale a été la Conférence des pays d'Asie et du Pacifique pour le développement de l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, qui a eu lieu à Tokyo en mars 1963 sous les auspices du Gouvernement japonais. Elle avait pour but de donner aux participants l'occasion de discuter des problèmes d'intérêt commun (questions administratives et aspects techniques des recherches et du développement de l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques) et d'examiner les méthodes qui pourraient permettre de surmonter les difficultés grâce à la coopération internationale. Trente-trois personnalités des 14 pays suivants y ont participé: Afghanistan, Australie, Ceylan, Corée, Inde, Indonésie, Iran, Japon, Nouvelle-Zélande, Pakistan, Philippines, République de Chine, Thaïlande et Viet-nam. La Commission économique des Nations Unies pour l'Asie et l'Extrême-Orient, l'AIEA, le Bureau international du Travail, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'Organisation mondiale de la santé avaient envoyé des observateurs, ainsi que les Gouvernements du Canada, des Etats-Unis d'Amérique, de la France, de l'Italie, de la République fédérale d'Allemagne, et du Royaume-Uni. La Conférence a décidé de demander à l'Agence d'encou-