

# PROGRAMMES DE REACTEURS A NEUTRONS RAPIDES

Des spécialistes venus de 22 pays et de deux organisations internationales ont étudié la physique des réacteurs à neutrons rapides et à neutrons intermédiaires, au cours de journées d'études que l'AIEA avait organisées à Vienne en août 1961.

Dans les réacteurs à neutrons rapides, les neutrons émis au cours de la fission ne sont pas ralentis, alors qu'ils subissent un certain ralentissement dans les réacteurs à neutrons intermédiaires. Lorsqu'ils ne sont pas ralentis, les neutrons sont particulièrement efficaces pour transformer l'isotope 238 de l'uranium, qui existe en abondance - représentant plus de 99 % de l'uranium naturel - mais n'est pas fissile, en plutonium-239 dont la fission est aussi facile à réaliser que celle de l'uranium-235. Un réacteur à neutrons rapides permet donc de "créer" un combustible nucléaire nouveau en plus grande quantité même que le combustible consommé.

Cette propriété des réacteurs à neutrons rapides, qui pourraient être le meilleur moyen de produire économiquement de l'énergie d'origine nucléaire, a conduit de nombreux pays à adopter d'importants programmes de recherches et d'études. Certains de ces programmes nationaux ont été examinés au cours des dernières séances des journées d'études organisées par l'AIEA. (La plupart des séances étaient cependant consacrées aux problèmes que pose la physique de ces réacteurs.) Les points essentiels de cet examen d'ensemble sont exposés dans les paragraphes qui suivent.

## France

M. G. Vendryes (France) a déclaré que son pays avait entrepris, il y a quatre ans, un programme de travaux dans ce domaine et espérait qu'entre 1970 et 1980 les surgénérateurs à neutrons rapides seraient devenus une source de production d'énergie qui pourrait soutenir la concurrence, d'autant plus qu'en France les conditions existantes sont particulièrement favorables à cette évolution. La construction par l'Electricité de France de réacteurs à graphite permettra à son pays de constituer d'amples réserves de plutonium.

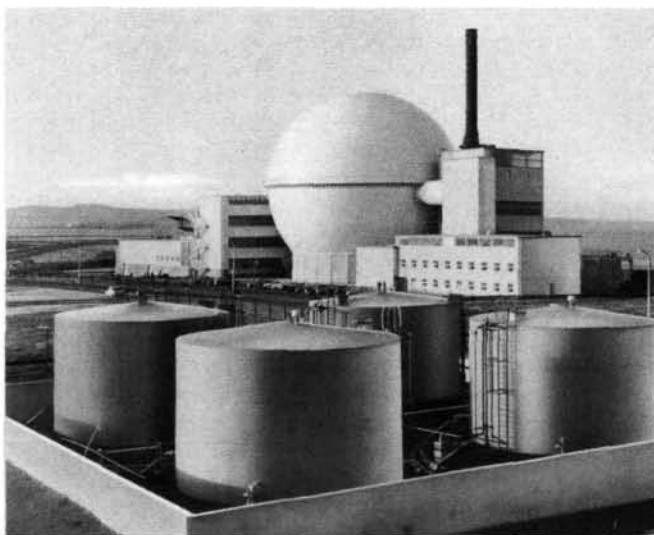
La première mesure prise par le Commissariat à l'énergie atomique a été de commencer la construction du réacteur expérimental "Rapsodie", à Cadarache. La toute première charge de ce réacteur sera du plutonium, probablement un alliage de plutonium-uranium-molybdène. Quand ce réacteur sera entré en divergence, à la fin de 1964, il servira surtout à des expériences sur l'irradiation des cartouches de combustible.

Le Commissariat a fait construire à Cadarache un ensemble de laboratoires dans lesquels on installe actuellement divers instruments. Une équipe d'hommes de science, chargée de mesurer les constantes nucléaires, sera également transférée au centre de Cadarache, qui dispose maintenant de toutes les installations et de tous les moyens nécessaires pour exécuter des travaux de recherches et de mise au point dans le domaine des réacteurs à neutrons rapides.

Dans la deuxième phase du programme français, il est prévu d'étudier et de construire, vers 1970, un réacteur de 250 MWt qui faciliterait la mise au point d'un véritable prototype de génératrice à neutrons rapides.

On continuera de s'intéresser activement aux recherches sur l'emploi du plutonium comme combustible ainsi qu'à la solution des problèmes concernant la physique, l'électronique, les commandes et la sécurité, la mécanique et le technogénie.

Une grande partie des travaux inscrits au programme français concernant les réacteurs à neutrons rapides sera exécutée en coopération étroite avec l'EURATOM.



Réacteur surgénérateur à neutrons rapides de Douvreay, Royaume-Uni. Cette photo de la sphère du réacteur et des réservoirs de combustible diesel a été prise peu après l'entrée en divergence du réacteur, qui a commencé de fonctionner à très faible puissance le 14 novembre 1959 (photo UKAEA)

## Union soviétique

En exposant le programme de l'Union soviétique, M. Ivan Bondarenko a déclaré qu'en raison des importantes réserves de combustibles classiques dont on dispose en URSS, le problème de la production d'énergie d'origine nucléaire ne se pose pas de façon aiguë dans son pays. Néanmoins, comme les besoins en énergie ne cessent d'augmenter, il faut maintenant explorer des sources nouvelles. Si l'Union soviétique s'intéresse aux réacteurs à neutrons rapides, c'est dans l'espoir qu'ils permettront de produire du courant électrique à peu de frais dans un avenir relativement rapproché.

Le programme de l'Union soviétique dans le domaine des réacteurs à neutrons rapides, commencé en 1948, peut être divisé en deux parties, l'une théorique et l'autre pratique. La première phase était consacrée aux recherches sur divers problèmes de physique, dont les résultats ont confirmé les prévisions initiales et renforcé la confiance dans les possibilités des réacteurs à neutrons rapides. La phase des réalisations pratiques a commencé par la construction et l'exploitation d'un réacteur de 5 MW, à oxyde de plutonium, le BR-5. En même temps, on a entrepris la réalisation du BN-50, génératrice à neutrons rapides de 50 MWe et de 250 MWt. Ces travaux ont contribué à la solution de nombreux problèmes; cependant, on les a ensuite abandonnés, estimant qu'une installation de 250 MWt était encore insuffisante pour tirer profit des avantages réels qu'offre un réacteur à neutrons rapides.

Actuellement, les atomistes et ingénieurs de l'URSS envisagent de mettre au point un réacteur qui aurait une puissance de 800 MW ou même davantage.

En même temps, ils poursuivent des recherches sur les combustibles pour réacteurs à neutrons rapides et sur divers problèmes de technologie et de génie nucléaire, les données expérimentales indispensables étant fournies par le réacteur BR-5.

## Royaume - Uni

Le Royaume-Uni s'intéresse aux réacteurs à neutrons rapides, surtout dans l'espoir qu'ils pourraient fournir de l'énergie dont le coût de production - investissements et dépenses en combustible - serait peu élevé. Cet intérêt se trouve stimulé par la perspective de disposer d'abondantes réserves de plutonium que fourniraient les centrales nucléaires à uranium naturel et à graphite actuellement en construction dans le pays.

Selon M. Dereck Smith, on étudie les plans de centrales nucléaires équipées de réacteurs à neutrons rapides qui pourraient entrer en service vers 1970; à cette époque, on voudra sans doute disposer de centrales ayant une puissance de l'ordre de 1 000 à 2 000 MWe, avec au moins deux réacteurs. On a étudié des réacteurs de 1 000 MW et lancé des

programmes de mise au point pour élucider certains problèmes technologiques, notamment ceux que pose la structure des cartouches de combustible.

Le Royaume-Uni exécute un vaste programme de recherches sur l'irradiation des matériaux de cartouches de combustible, à l'aide des réacteurs d'essais de matériaux DIDO et PLUTO (Harwell) et DMTR (Dounreay). On commencera sous peu la mise en oeuvre d'un programme d'irradiation à l'aide du réacteur à neutrons rapides de Dounreay, qui a été modifié de manière à permettre l'essai des cartouches de combustible, à distinguer des matériaux servant à leur fabrication.

Des études sur la physique des réacteurs sont en cours à Aldermaston et Harwell. Le réacteur ZEBRA, en construction à Winfrith et qui doit entrer en divergence dans un an environ, produira du plutonium qui permettra d'étudier les ensembles de combustibles.

M. Smith a fait observer que le réacteur à neutrons rapides de Dounreay jouait un rôle primordial dans le programme du Royaume-Uni. Il permettra d'acquérir une certaine expérience dans l'exploitation des réacteurs refroidis au sodium. En soumettant les cartouches de combustible et leurs éléments constitutifs à des essais sous irradiation, on espère obtenir des renseignements inédits sur le comportement dynamique d'au moins un grand réacteur à neutrons rapides. On se familiarisera aussi avec la fabrication et le traitement des combustibles destinés à ce type de réacteur.

Les hommes de science et les ingénieurs du Royaume-Uni attendent l'apparition de réacteurs à neutrons rapides de 1 000 MW, qu'il devrait être possible de construire entre 1970 et 1980. Un prototype sera probablement mis au point vers la fin de la présente décennie.

## Etats - Unis

M. Bernard Spinrad a dit qu'aux Etats-Unis de nombreuses institutions cherchaient à mettre au point des types de réacteurs rentables; il a donné un aperçu des activités de certaines d'entre elles.

a) Le programme de réacteurs à neutrons rapides de l'Argonne National Laboratory sera exécuté à l'aide du réacteur EBR-2, actuellement en construction, et du réacteur EBR-1. On étudiera l'emploi de combustibles métalliques, le recyclage des combustibles et leur transformation, en cherchant surtout à élaborer des méthodes de fabrication télécommandées. Il est également prévu de transformer finalement le réacteur EBR-2 de manière à remplacer l'uranium-235 par du plutonium. Les problèmes concernant la sécurité et la technologie des réacteurs à neutrons rapides sont également traités.

b) Le Los Alamos Scientific Laboratory est une des premières institutions qui aient entrepris des travaux sur les réacteurs à neutrons rapides et

à neutrons intermédiaires ; on y a procédé à diverses études sur les paramètres de base et à des expériences dans ce domaine. A présent, le laboratoire s'occupe des questions suivantes : chimie des alliages de plutonium, sécurité des réacteurs à neutrons rapides, problèmes de technologie et de physique. On construit actuellement à Los Alamos une installation d'essai de coeurs qui servira à élaborer et à mettre à l'épreuve des idées nouvelles concernant les réacteurs à neutrons rapides alimentés en combustible fondu.

c) L'Atomic Power Development Association, qui a établi les plans du réacteur Enrico Fermi, procède à l'analyse des aspects économiques des réacteurs à neutrons rapides et étudie divers types de combustibles.

d) Le Brookhaven National Laboratory tra-

vaille dans le domaine des réacteurs à neutrons intermédiaires.

M. Spinrad a ajouté que la General Electric Company est engagée dans un programme de surgénérateurs à neutrons rapides, qui comporte des recherches sur le combustible, des expériences d'irradiation, l'étude de questions de sécurité et l'élaboration de conceptions nouvelles. L'Atomic International et la United Nuclear Corporation s'occupent de combustibles pour réacteurs à neutrons rapides et de divers problèmes de sécurité.

Selon les prévisions actuelles, il est question de commencer, en 1964, la construction d'une centrale nucléaire perfectionnée et de mettre en service, en 1971, un réacteur à neutrons rapides économiquement rentable. M. Spinrad a cependant souligné qu'aucune décision ferme n'avait encore été prise à ce sujet.

---

## MESURE DE LA RADIOACTIVITE DU CORPS HUMAIN

Les méthodes utilisées pour mesurer la radioactivité totale du corps d'un être humain, ainsi que les principales applications de ces mesures, ont été étudiées au Colloque sur le dosage de l'activité du corps humain, qui s'est tenu à Vienne du 12 au 16 juin 1961. Plus de 120 spécialistes, représentant 27 pays et trois organisations internationales, ont participé à ce colloque, organisé par l'AIEA. Trente-trois mémoires y ont été présentés et examinés.

A la séance d'ouverture, le Directeur général de l'AIEA, M. Sterling Cole, a souligné l'importance croissante de ces mesures. Faisant l'historique de la question, il a rappelé que leur nécessité s'est d'abord fait sentir à propos des études visant à déterminer le degré de contamination radioactive des personnes professionnellement exposées aux substances radioactives. A mesure que les applications de l'énergie atomique se sont développées, des dosages exacts sont devenus de plus en plus indispensables, et ils font actuellement partie intégrante des règles de santé et de sécurité adoptées dans ce domaine. Ils s'imposent aussi dans les cas où l'on utilise des radioisotopes comme indicateurs à des fins médicales ; lorsqu'on introduit un tel produit dans le corps humain, il est souvent très utile de déterminer combien de temps il est retenu par l'organisme.

De ce fait, les appareils servant au dosage de l'activité de l'organisme entier peuvent être répartis en deux grandes catégories, savoir : a) instruments destinés à contrôler la radioprotection du grand public et des travailleurs de l'industrie nucléaire, qui doivent permettre de détecter dans le corps humain des doses de radioactivité extrêmement faibles ; b) compteurs utilisés pour la recherche médicale et les diagnostics, qui servent à contrôler les quantités de substances radioactives retenues ou excrétées par l'organisme des patients auxquels elles ont été administrées aux fins d'études sur les métabolismes et la pathologie. Dans l'un et l'autre cas, il faut avant tout que l'appareil permette de mesurer l'activité totale du corps humain. A cet effet, le détecteur doit être placé, par rapport au sujet, dans une position telle que les mesures ne soient pas influencées par les variations de la répartition des matières radioactives fixées dans l'organisme.

Depuis quelques années, les instruments et les techniques de mesure connaissent un développement remarquable. Un des buts essentiels du colloque a été d'étudier la meilleure manière d'utiliser ces instruments compliqués. Comme l'a dit M. Cole, on espère que la réunion "permettra de dresser, à l'intention des spécialistes des sciences médicales et des radioprotectionnistes du monde entier, un