

# UTILISATION DES REACTEURS DE RECHERCHE

Environ 200 réacteurs de recherche sont actuellement en service dans les différentes parties du monde; au moins 70 autres, qui sont à des stades avancés d'étude et de réalisation, devraient entrer en divergence dans deux ou trois ans. L'élaboration et l'exécution de programmes d'utilisation de ces installations posent de multiples problèmes, particulièrement dans les pays qui ont entrepris ou qui sont sur le point d'entreprendre des activités en matière d'énergie atomique.

La question a été évoquée à la cinquième session de la Conférence générale de l'AIEA, qui a adopté une résolution recommandant vivement d'étudier prochainement "les mesures à prendre pour développer la coopération internationale de manière à assurer l'utilisation complète et efficace des réacteurs de recherche dans les Etats Membres qui demanderaient une aide à cet effet".

Les spécialistes de divers Etats Membres ont eu l'occasion d'étudier les problèmes posés par les réacteurs de recherche lors du Colloque sur les programmes d'utilisation des réacteurs de recherche, organisé par l'Agence presque immédiatement après la session de la Conférence générale. Quelque 200 experts, venus de 35 pays ainsi que de l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire et de l'Euratom, ont participé à cette réunion, qui s'est tenue à Vienne du 16 au 21 octobre 1961.

Soixante-neuf mémoires ont été présentés verbalement au cours du Colloque. Ils portaient sur des sujets tels que les problèmes d'organisation et de formation, l'expérience acquise jusqu'à présent, les domaines de recherche qui peuvent être explorés à l'aide de réacteurs et les possibilités d'une coopération internationale.

## Problèmes d'organisation et de formation

Faisant le point des principaux problèmes que pose la création d'un centre doté d'un réacteur de recherche, M. R. G. Bradley (Etats-Unis) a souligné qu'il était important d'évaluer et de déterminer les programmes de recherche et de formation avant de construire les réacteurs de recherche. Quand on a décidé que la nature du programme justifie l'installation d'un réacteur, il faut évaluer les possibilités de réalisation d'une telle entreprise en fonction des ressources disponibles, notamment en matière de personnel et de crédits. L'obtention de techniciens qualifiés pour l'exploitation, l'entretien et l'utilisation d'un réacteur de recherche constitue souvent un obstacle majeur, particulièrement dans les pays dont les programmes d'énergie atomique sont relativement récents. Certaines institutions se sont heurtées à de graves problèmes, non pas du fait d'un retard dans l'exécution de leur programme de for-

mation, mais plutôt parce que les spécialistes formés à l'étranger étaient revenus dans leur pays alors qu'il n'y existait pas encore de programmes et d'installations qui leur auraient permis d'appliquer leurs connaissances; poussés par la nécessité, ils entreprenaient des travaux étrangers à l'énergie atomique, et certains d'entre eux étaient définitivement perdus pour cette branche d'activité.

Le choix de l'emplacement du réacteur, a poursuivi M. Bradley, est une autre source de difficultés. La majorité des spécialistes appartiennent au personnel enseignant des universités; il est donc logique que ces dernières s'occupent de nombreux projets de réacteurs. Des problèmes sérieux risquent de se poser si un projet de réacteur est exécuté à l'écart d'une université, en offrant des traitements plus élevés, du matériel plus moderne, etc. Si on parvient à recruter dans le corps enseignant du personnel pour ce projet, des activités scientifiques non moins importantes risquent d'en souffrir. La perte pour les universités sera également sensible dans les domaines de la technogénie et de la physique, auxquels appartiennent la plupart des jeunes spécialistes nécessaires pour exécuter un projet de réacteur.

Des réacteurs installés dans des régions éloignées des autres centres nucléaires pourraient être utilisés avec profit pour donner une expérience pratique aux communautés scientifiques avoisinantes qui tentent d'entreprendre des projets de réacteurs. Les visiteurs acquerraient ainsi des connaissances de première main qu'ils pourraient utiliser pour leurs propres projets de réacteur; de son côté, le centre visité bénéficierait des services de ces spécialistes.

M. Bradley a suggéré que l'AIEA procède périodiquement à une analyse critique des méthodes d'exploitation des réacteurs et qu'elle institue un service de placement qui, non seulement aiderait les institutions intéressées à trouver du personnel, mais pourrait aussi s'occuper des diplômés qui ne peuvent trouver dans leur pays de situation correspondant à la formation qu'ils ont reçue. L'Agence pourrait également publier une collection de petits manuels ou de rapports contenant principalement les renseignements courants nécessaires pour assurer le fonctionnement et l'utilisation des réacteurs de recherche. Il conviendrait, en outre, de publier des rapports intérimaires sur les programmes de réacteurs de recherche exécutés dans les Etats Membres, en vue d'éviter les doubles emplois et d'identifier les institutions ayant les mêmes objectifs.

M. Andrzejewski (Pologne), étudiant l'organisation des centres dotés de réacteurs de recherche, a dit que les centres de recherches nucléaires ne

devraient pas prendre de trop grandes proportions et que leur bonne répartition à l'échelon régional était le gage d'une saine compétition scientifique et un stimulant pour le développement des travaux de recherche.

### Expérience acquise

Quatre séances du Colloque ont été consacrées à l'expérience acquise dans l'utilisation des réacteurs de recherche.

M. F. de Hoffmann (Etats-Unis) a présenté un mémoire sur les programmes de recherche à l'aide de réacteurs TRIGA : 24 réacteurs de ce type sont en service ou en cours de construction dans 14 pays d'Asie, d'Afrique, d'Amérique du Nord, d'Amérique latine et d'Europe. Ces programmes de recherche portent notamment sur le recours à l'analyse par activation pour déterminer le contenu en chlorure organique des produits laitiers et pour faire des études en vue d'augmenter la durée de conservation du sang déposé dans les banques de sang, ainsi que sur l'utilisation des rayonnements émis dans les réacteurs pour le diagnostic médical et le traitement des tumeurs. Les réacteurs de recherche sont également utilisés pour étudier les champs de rayonnement que pourraient traverser les équipages de fusées interplanétaires, notamment dans les ceintures de Van Allen.

MM. H. Maier-Leibnitz et M. Pollermann (République fédérale d'Allemagne) ont présenté les résultats acquis grâce à l'utilisation d'un réacteur piscine de 1 MW, de type classique, construit à l'Ecole technique de Munich. Le réacteur est rattaché à l'Université, et non à un centre de recherche ; il est destiné essentiellement aux étudiants terminant leurs études, qui font eux-mêmes leurs travaux de recherche.

M. E. L. Andronikashvili (URSS) a dit que le centre de recherches nucléaires de l'Institut de physique de l'Académie des sciences de la RSS de Géorgie possède un réacteur de 2 MW, auquel sont associés notamment un appareil au cobalt et un laboratoire de radioisotopes. On construit actuellement une installation spéciale pour la production de radioisotopes de courte période. Le centre est utilisé par 25 spécialistes et par d'autres institutions de la République de Géorgie s'occupant de physique nucléaire, de radiochimie, de radiobiologie et de médecine. De pair avec ses activités purement scientifiques, le centre met en oeuvre des projets relatifs au développement de la capacité productive de la Géorgie. Les travaux portent entre autres sur la viticulture, la fabrication du vin, l'horticulture et les industries alimentaires, textiles, métallurgiques, du manganèse et des pneumatiques. Le centre travaille en collaboration avec des institutions scientifiques de Moscou et de la RSS d'Azerbaïdjan, qui s'intéresse particulièrement à l'effet des rayonnements sur le pétrole ; le réacteur du centre a été doté de nouvelles installations destinées à la recherche en matière de cracking du pétrole par les rayonnements.

M. J. C. Bugher (Etats-Unis), qui a décrit le centre nucléaire de Porto Rico, a dit que le programme de ce centre avait été déterminé par deux séries de considérations : premièrement, calquer les activités de recherche du centre sur celles qui sont effectuées avec le plus de profit dans les tropiques ; deuxièmement, faire coïncider ces activités avec les objectifs du centre, qui sont de promouvoir l'enseignement de la science et de la technologie nucléaires en Amérique latine.

M. H. Kouts (Etats-Unis), présentant un mémoire sur l'utilisation des petits réacteurs pour les études de physique des réacteurs, a souligné que les objectifs des programmes de physique des réacteurs aux Etats-Unis sont les mêmes que ceux des programmes analogues des autres pays : obtenir des données pour l'étude et l'exploitation de grands réacteurs, former le personnel d'exploitation nécessaire et constituer le corps de techniciens compétents dont le pays a besoin pour son progrès scientifique et technique. Les réacteurs utilisés dans ces programmes vont des petits ensembles de faible puissance qui n'ont pas besoin de système de refroidissement aux grands réacteurs dont la production de chaleur est de l'ordre des mégawatts. Il existe deux sortes de réacteurs de faible puissance : les petits réacteurs de démonstration et de formation ; les ensembles critiques de puissance zéro utilisés aux mêmes fins et pour la recherche. Les réacteurs plus puissants sont en général des appareils à usages multiples, qui servent notamment à produire

Le Centre d'études nucléaires autrichien (créé autour du réacteur de recherche de Seibersdorf, près de Vienne. Le réacteur (à l'arrière-plan) est un réacteur du type piscine, de 5 MW



des neutrons pour activer les ensembles sous-critiques.

## Aspects pratiques de la recherche

M. H. Maier-Leibnitz (République fédérale d'Allemagne), qui a présenté un mémoire sur les recherches de physique nucléaire au moyen de réacteurs, a souligné que le rôle des réacteurs dans les recherches de physique nucléaire est beaucoup moins important que celui des accélérateurs. Cependant, seuls les réacteurs peuvent produire des flux intenses de neutrons lents, qui sont nécessaires pour la plupart des expériences; un réacteur est aussi une source de neutrons rapides, de rayons gamma, de produits de fission, de particules bêta et de neutrinos, qui servent tous à des expériences.

M. Tomlinson (Royaume-Uni) a dit qu'un réacteur de recherche convient surtout à des travaux de recherche fondamentale en chimie sous rayonnement (et dans maints autres domaines) parce qu'il permet de monter des expériences rapidement et simplement, et parce que le réacteur lui-même et les conditions qui prévalent au point d'irradiation se prêtent à un contrôle rigoureux. Cependant, l'idée de recherches au moyen de réacteurs évoque immédiatement les difficultés ayant trait à une dosimétrie précise, les complications dues à la radioactivité induite et le fait que l'irradiation exige souvent un matériel complexe. Dans son mémoire, qui était consacré à des études de chimie sous rayonnement dans les réacteurs de recherche, M. Tomlinson a montré comment il est possible de réduire ces difficultés et ces complications par un choix judicieux du matériel et des méthodes; les caractéristiques des rayonnements émanant d'un réacteur font de ce dernier une source de rayonnements unique pour les études de chimie sous rayonnement.

Etudiant le rôle des réacteurs dans la recherche en phytobiologie et en agriculture, M. H. Smith (Etats-Unis) a dit qu'un réacteur de recherche peut être utilisé comme instrument de recherche dans trois secteurs principaux: études radiobiologiques pour explorer l'origine des réactions provoquées chez les plantes par les neutrons, par comparaison à celles qu'entraînent d'autres formes d'irradiation; induction par les neutrons de mutations génétiques et d'altérations chromosomiques; production et utilisation de radioisotopes à très courtes périodes, pour étudier certains problèmes d'incorporation, de transport et de métabolisme chez les plantes. Il offre aussi la possibilité de renouveler des sources de rayonnements comme le cobalt-60, pour des expériences à l'aide de rayons gamma. On peut également stériliser et conserver des produits agricoles par irradiation à l'aide de neutrons produits par un réacteur. M. Smith a précisé que si l'utilisation d'un réacteur de recherche pour des expériences en phytobiologie ou en agriculture ne justifie pas à elle seule la construction d'un réacteur, il ne faut pas oublier qu'un petit réacteur de recherche à fins multiples peut se révéler précieux pour des recherches fondamentales en botanique ou pour l'étude de certains problèmes pratiques d'agronomie.

M. G. B. Cook (AIEA), qui a étudié la question de la production de radioisotopes au moyen d'un réacteur de recherches, a fait un certain nombre de suggestions pour la mise en oeuvre progressive d'un programme de production de radioisotopes au moyen d'un réacteur, compte tenu du fait que certaines recherches peuvent être entreprises avec des radioisotopes produits ailleurs. On pourrait réaliser des économies appréciables en important les matières en grandes quantités et en les distribuant sur place, plutôt qu'en les commandant séparément comme on le fait actuellement. Un tel laboratoire de distribution constituerait une mesure intérimaire en attendant que le pays possède son propre réacteur. M. Cook a dit que l'on pourrait envisager trois stades successifs de développement:

a) centre de distribution seulement, la répartition et la distribution se faisant selon les besoins des consommateurs;

b) production locale partielle, certains isotopes continuant à être importés, et la production des matières plus coûteuses et de périodes très courtes se faisant localement;

c) production et distribution de tous les radioisotopes sur place.

M. Cook a fait remarquer que tout en entraînant des dépenses relativement élevées, la production locale présente certains avantages: formation de personnel scientifique et mise au point de méthodes de travail; encouragement à utiliser les radioisotopes en médecine, en agriculture, dans la science et dans l'industrie; indépendance à l'égard des produits étrangers; meilleure utilisation d'un réacteur; possibilité d'utiliser des radioisotopes de courte période.

## Coopération entre les pays avancés et les pays en voie de développement

La coopération internationale entre les institutions scientifiques des pays avancés et des pays en voie de développement a fait l'objet d'échanges de vues à la dernière séance du Colloque et au cours d'une table ronde qui a eu lieu à la fin des travaux.

M. V. Goncharov (URSS) a fait état de l'assistance accordée par le Gouvernement de l'Union soviétique à d'autres pays dans le domaine de l'utilisation pacifique de l'énergie atomique. Il a souligné que l'Union soviétique avait conclu 21 accords et conventions bilatéraux avec 14 pays et que quelque 500 experts soviétiques ont été envoyés dans ces pays pour aider à la construction, la mise en place et l'installation du matériel fourni et ont contribué, depuis 1957, à la mise en marche de neuf réacteurs. L'Union soviétique a également aidé ces pays à former le personnel nécessaire à l'exécution de leurs programmes de recherche au moyen de réacteurs. Entre 1956 et août 1961, l'URSS a formé au total 1 170 scientifiques. A l'heure actuelle, on étudie et on construit du matériel destiné à des réacteurs de recherche, à des laboratoires de radiochimie, à

des ensembles sous-critiques et à divers services de physique expérimentale; ce matériel sera affecté à des centres nucléaires construits dans divers pays avec l'aide de l'Union soviétique. M. Goncharov a également fait état de la collaboration qui existe entre les pays membres de l'Institut unifié de recherches nucléaires de Doubna, notamment à la Section de physique nucléaire des basses énergies du Conseil scientifique de l'Institut. Un comité permanent pour l'étude des applications de l'énergie atomique, qui a été créé en vue de promouvoir la coopération multilatérale entre les Etats socialistes, a étudié les problèmes de production et de normalisation de toute une série de matériel et de matières nucléaires.

M. C. E. Chauvez (France) a dit que depuis 1955 une centaine d'étudiants étrangers ont été formés chaque année dans les centres nucléaires français. En outre, des spécialistes français ont donné des conférences et des cours dans différents pays, notamment au Moyen-Orient. La France a signé des accords bilatéraux avec un certain nombre de pays africains francophones ainsi qu'avec quelques pays d'Amérique du Sud et d'Asie.

Au cours d'une table ronde, M. Goncharov a suggéré que l'AIEA rassemble et diffuse des renseignements sur les réacteurs de recherche qui aideraient les pays en voie de développement à choisir le type de réacteur qui convient le mieux à leurs besoins particuliers. L'Agence devrait également élaborer un programme général des recherches qui peuvent être entreprises avec ces réacteurs, afin que chaque pays en voie de développement puisse se consacrer aux questions qui l'intéressent.

M. El-Guebeily (République Arabe Unie) a suggéré que l'Agence prépare une liste de rensei-

gnements sur la production actuelle des radioisotopes dans le monde et qu'elle la mette à la disposition des pays en voie de développement. L'Agence devrait également préparer une série de recommandations sur les types de réacteurs de recherche qui conviennent le mieux à ces pays. Enfin, l'Agence devrait encourager la recherche à l'échelon régional et favoriser la coopération bilatérale et multilatérale.

M. J. F. Hill (Royaume-Uni) a suggéré d'encourager l'échange international de renseignements sur les réacteurs expérimentaux, soit dans le cadre d'accords bilatéraux, soit par l'intermédiaire de l'AIEA.

M. T. Thompson (Etats-Unis) a suggéré que l'AIEA diffuse des renseignements sur les travaux exécutés dans divers centres nucléaires équipés de réacteurs de recherche, afin que les pays en voie de développement puissent conclure des arrangements bilatéraux ou multilatéraux leur permettant de bénéficier des travaux en cours.

D'autres orateurs qui ont pris part au débat ont également insisté pour que l'AIEA favorise davantage la coopération internationale dans le domaine des réacteurs de recherche et ils ont proposé plusieurs mesures pratiques que l'Agence pourrait prendre à cette fin.

La présidence des diverses séances du Colloque a été assurée par les hommes de science suivants : J. F. Hill (Royaume-Uni), P. T. Nowacki (Pologne), F. T. Binford (Etats-Unis), C. E. Chauvez (France), V. Goncharov (Union soviétique), T. Thompson (Etats-Unis), J. Cosentino (Argentine), D. Stewart (Canada), M. El-Guebeily (République Arabe Unie), F. Juul (Danemark).

---

(Suite de la page 9)

pour ce projet. Les arrangements qui seront pris permettront à l'expert de visiter des groupes de pays dans une région déterminée du monde; la première mission prévue le mènera dans un petit

groupe de pays européens, pour qu'il puisse revenir à Vienne s'il constate, à la lumière de l'expérience, qu'il doit faire apporter au matériel certaines modifications avant de se rendre dans d'autres continents.