

La séance suivante, présidée par M. J. L. Symonds (Australie), a été consacrée à l'élaboration et à l'expansion d'un programme de recherches. Parmi les sujets examinés, on peut mentionner : l'intégration d'un centre doté d'un réacteur aux autres centres d'enseignement et de recherche, les principes directeurs à suivre pour exécuter un programme de recherches, les besoins en personnel qualifié et la nécessité d'un financement régulier.

Un sujet important, celui des relations entre les centres de réacteur et les universités, a été examiné aux première et deuxième séances. On a vivement insisté sur la nécessité d'une collaboration très étroite et active, ce qui implique que le réacteur soit installé aussi près de l'université que le permettent les considérations de sécurité. Mais on a été aussi d'avis qu'il ne serait pas judicieux que le réacteur fasse partie de l'université ; cela aurait notamment pour résultat de faire attribuer à un seul département des crédits anormalement élevés et de créer un déséquilibre fâcheux dans la structure de l'université. Le centre de réacteur doit prendre l'initiative pour s'assurer la collaboration des professeurs de l'université et les convaincre d'utiliser ses installations.

On a également insisté, au cours de la discussion, sur le fait que le programme de recherches d'un centre de réacteur doit être établi en fonction des problèmes et des besoins du pays. Le programme doit assurer un équilibre satisfaisant entre la recherche pure et la recherche appliquée, et permettre d'utiliser dans les meilleures conditions possibles le personnel et les ressources disponibles. Les centres nouvellement créés pourraient apporter une contribution effective au fonds commun de connaissances scientifiques et ils pourraient, au départ, se concentrer sur les problèmes que délaissent habituellement les centres de hautes études, lesquels sont absorbés par les tâches plus complexes que leur imposent leurs propres programmes. Après avoir acquis une expérience suffisante des techniques fondamentales de mesure, les nouveaux centres pourraient entreprendre des études et recherches complexes. Leurs programmes devraient également tenir compte des besoins éventuels en matière d'énergie d'origine nucléaire.

Plusieurs orateurs ont souligné la nécessité d'un équipement approprié ; ils ont fait remarquer qu'il avait parfois fallu abandonner ou interrompre des expériences par manque d'appareils de mesure du modèle le plus simple. Les centres de réacteur auraient intérêt à entreprendre leurs propres programmes de fabrication des appareils essentiels ; cela serait particulièrement utile du fait des difficultés qu'éprouvent de nombreux pays en voie de développement à se procurer les devises nécessaires à l'achat d'appareils à l'étranger. Quant aux appareils qui doivent être achetés à l'étranger, il con-



Une vue du bâtiment abritant le réacteur de recherche thaïlandais

vient de les commander longtemps avant de commencer un programme de recherches, de façon que les travaux ne soient pas compromis par des retards de livraisons.

Cette question est évidemment liée à celle des ressources financières ; le Groupe d'étude a fait ressortir qu'il était nécessaire d'assurer le financement continu des centres, non seulement pour l'acquisition du matériel, mais aussi pour toutes les dépenses diverses afférentes à l'exécution d'un programme de recherches. Les gouvernements doivent bien comprendre les incidences financières de l'installation d'un réacteur de recherche et être prêts à assurer son financement.

Au sujet des besoins en personnel, on a émis l'avis qu'il était possible d'exécuter un programme de recherches à l'aide d'un réacteur avec un petit nombre de spécialistes hautement qualifiés. Quant aux moyens de formation, on a généralement reconnu qu'il y avait avantage à ce que la formation de base soit donnée dans le pays même et suivie d'une spécialisation dans des centres de pays avancés. A cet égard, on a également signalé le danger de voir les personnes ainsi formées demeurer dans les pays avancés où elles trouvent des débouchés plus intéressants sur les plans matériel et professionnel. Les pays en voie de développement doivent faire tout leur possible pour convaincre leur personnel scientifique qualifié de rester ou de revenir dans leur pays ; un bon moyen serait de leur offrir de bonnes possibilités de travail ; à cet égard, l'installation d'un réacteur de recherche pourrait être fort utile.

Problèmes d'exploitation et de sécurité

A sa troisième séance, le Groupe d'étude a examiné les problèmes posés par l'exploitation, l'entretien et la sécurité d'un réacteur. La séance était présidée par M. Cox (Etats-Unis d'Amérique), qui a présenté au Groupe un mémoire sur les méthodes d'exploitation et les mesures de sécurité appliquées pour les réacteurs de recherche du Laboratoire national d'Oak Ridge.

La discussion a montré que, dans la plupart des pays représentés au Groupe d'étude, l'exploitation d'un réacteur de recherche est confiée à une équipe spéciale; toutefois, dans certains centres, par suite de la pénurie de personnel qualifié, les équipes chargées du fonctionnement du réacteur exercent aussi d'autres fonctions. Le Groupe d'étude a estimé qu'il devrait y avoir dans chaque centre une équipe spéciale, chargée du fonctionnement du réacteur, qui ne devrait pas avoir à s'occuper de la recherche. En ce qui concerne le programme d'exploitation d'un réacteur, on a fait observer que s'il est nécessaire de prévoir un programme rigide, à l'issue d'une certaine période, il est préférable au début d'arrêter et de remettre en marche le réacteur selon les besoins des expérimentateurs. On peut appliquer un programme rigide lorsque les conditions d'utilisation du réacteur ont été bien mises au point. Dans la période initiale, il peut être également utile de constituer un comité d'utilisation, qui établit le programme d'exploitation du réacteur applicable pendant un certain temps. L'équipe chargée du fonctionnement devrait comprendre un ou plusieurs spécialistes confirmés qui puissent aider les expérimentateurs à préparer et à conduire leurs expériences; cette mesure est particulièrement nécessaire en raison du fait que les expérimentateurs dans les nouveaux centres ne sont pas toujours suffisamment familiarisés avec le fonctionnement des réacteurs.

Le Groupe d'étude a examiné certains problèmes matériels qui se posent dans l'exploitation des réacteurs. L'un des plus courants est celui des fluctuations de puissance, pour lequel plusieurs solutions ont été suggérées. Pour de nombreux centres, l'approvisionnement en eau pose également de sérieuses difficultés: parfois, l'eau est très séléniteuse; parfois, le climat favorise la croissance organique dans l'eau du réacteur.

Au sujet de la sécurité des réacteurs, plusieurs rapports sur la situation et la composition des comités de sécurité dans les centres de recherche ont été soumis au Groupe d'étude. Dans certains centres, les comités sont composés principalement de membres du personnel administratif du cadre supérieur, dont certains n'ont reçu aucune formation technique. Dans les pays avancés, on a jugé qu'il était préférable que les comités soient composés uniquement de



Réunion du groupe d'étude à Bangkok. De gauche à droite: M. R. Ramanna (Inde); le général M. M. Vejyant-Rangsrishit, président de la CEA de Thaïlande; M. Sigvard Eklund; M. Munir Khan, secrétaire scientifique de la réunion, et M. Svasti Srisukh, secrétaire général de la CEA de Thaïlande

techniciens, car la présence de non-techniciens a pour conséquence l'adoption de méthodes de travail compliquées, lentes et souvent rigides. En ce qui concerne les tâches des comités de sécurité, le Groupe d'étude a constaté que les comités, tels qu'ils sont actuellement composés, devaient accomplir des tâches très diverses, mais il a reconnu que les comités de sécurité ne devraient pas s'occuper du fonctionnement des réacteurs.

Le Groupe d'étude s'est également penché sur les aspects pratiques de la sécurité des réacteurs. On a souligné la nécessité de procéder régulièrement et systématiquement à des mesures pour prévoir toute anomalie dans le réacteur pendant son fonctionnement ou à l'arrêt. Il convient de tenir un état, non seulement des doses d'exposition pour chaque travailleur, d'après les indications des dosimètres, mais aussi des opérations de contrôle effectuées par les spécialistes de la radioprotection. Le Groupe d'étude a estimé que l'équipe chargée du fonctionnement et le comité de sécurité devraient s'efforcer d'établir, pour les expériences, des normes de sécurité qui permettraient éventuellement un meilleur aménagement du programme et une meilleure exploitation du réacteur.

Recherche et isotopes

Les recherches physiques et chimiques qui peuvent être entreprises à l'aide d'un réacteur de recherche ont été examinées au cours de trois séances: la première sur la physique et le génie nucléaires (président: M. Kouts, Etats-Unis); la deuxième sur la physique nucléaire et la physique de l'état solide (président: M. Larsson, Suède); la troisième sur la chimie (président: M. Meinke, Etats-Unis).

Plusieurs mémoires ont fait l'objet de longues discussions. Les programmes de recherches proposés dans le domaine de la physique et du génie nucléaires comportaient : les mesures initiales, les mesures des spectres de neutrons des réacteurs et des expériences sur la cinétique et sur le blindage des réacteurs. On a fait observer qu'en raison de l'intérêt que présentent ces recherches pour la formation, elles sont utiles même si elles ne correspondent pas aux besoins immédiats d'un pays.

Les sujets de recherches possibles dans le domaine de la physique nucléaire et de la physique de l'état solide comprenaient : les constantes nucléaires, la spectroscopie des noyaux radioactifs, la capture radiative, les processus de fission, les dommages radioinduits et la diffusion des neutrons. Il est apparu que plusieurs centres considéraient ces recherches comme importantes pour la formation supérieure et que des spectromètres allaient être installés dans plusieurs centres de recherche et seraient utilisés principalement pour la formation. On a fait observer que des recherches originales pourraient également être entreprises. Les problèmes de la physique nucléaire et de la physique de l'état solide sont activement étudiés dans de nombreux centres de hautes études, mais il y a encore des domaines qui n'ont commencé à être explorés que tout récemment ; les centres équipés de réacteurs de faible puissance et dotés d'un matériel très simple pourraient contribuer utilement à ces recherches.

Les sujets étudiés à la séance consacrée à la chimie comprenaient : l'analyse par activation, la chimie des particules de recul et l'application à certains processus chimiques des rayonnements produits par les réacteurs. On a indiqué qu'il était possible d'utiliser en radiochimie, avec de petits réacteurs de recherche, certains procédés fondés sur l'emploi des rayonnements provenant directement du coeur du réacteur ou du combustible irradié, plutôt que des appareils au cobalt-60. Ces procédés ne sont généralement pas employés dans les pays très avancés, mais ils pourraient convenir aux pays en voie de développement, en raison des difficultés que ces pays éprouvent à se procurer des devises pour importer des sources de rayonnements. L'analyse par activation, dont les applications pratiques intéressent les pays en voie de développement, a fait l'objet de longues discussions.

Au cours d'une séance présidée par M. Walton (Royaume-Uni), le Groupe d'étude a examiné la question de l'emploi des réacteurs de recherche pour la production de radioisotopes. Parmi les sujets étudiés figuraient : l'importance pratique de certains isotopes ; les techniques d'irradiation et de manipulation ; les méthodes de production, de séparation et de purification des isotopes ; l'économie de la production locale de radioisotopes.

Les discussions ont mis en relief certaines questions d'intérêt primordial. On pourrait produire, dans un réacteur de recherche, les radioisotopes nécessaires pour répondre aux besoins immédiats du pays, ou bien on pourrait en fabriquer des quantités plus importantes pour la vente locale et l'exportation. Il a été reconnu de façon générale que la production locale devrait être concentrée sur les radioisotopes de courte période qui, de toute façon, ne peuvent pas être importés. On a également discuté la nécessité d'instaurer un système de permis, aussi bien pour les producteurs que pour les consommateurs de radioisotopes, en vue de permettre l'exercice d'un contrôle sanitaire. En outre, il a été suggéré que les producteurs devraient prendre contact avec les usagers pour étudier leurs besoins et les mettre au courant des méthodes de manipulation. En ce qui concerne le choix des radioisotopes à produire, le mieux serait d'étudier soigneusement les besoins locaux et de concentrer ensuite la production sur quelques radioisotopes de bonne qualité, au lieu d'en fabriquer une grande variété de qualité inférieure. Du point de vue économique, l'évaluation ne devrait pas reposer uniquement sur le rapport entre le prix de revient et le prix de vente possible, mais devrait tenir compte de la contribution que les radioisotopes pourraient apporter dans les divers secteurs de l'économie nationale. Il faudrait également se soucier des avantages moins tangibles, par exemple de ceux qui résultent des applications médicales.

Une séance présidée par M. S. Shapiro (Etats-Unis) a été consacrée à la recherche biologique et agricole à l'aide de réacteurs. On y a traité de l'utilisation des réacteurs pour l'irradiation, des effets biologiques des rayonnements (notamment de leur rôle dans les mutations génétiques chez les plantes), de l'emploi des radioindicateurs et de l'analyse par activation à des fins de recherche biologique et agricole ainsi que de l'application des sources de rayonnement à la stérilisation des aliments.

Collaboration internationale

L'étendue de la collaboration internationale dans l'utilisation des réacteurs de recherche en Asie et en Extrême-Orient a été examinée à la dernière séance, présidée par M. Eklund. On a estimé de façon générale que l'Agence devait considérer cette réunion comme une première étape vers l'établissement d'un programme tendant à assurer une meilleure utilisation des réacteurs de recherche dans la région. De nombreuses suggestions ont été formulées quant aux mesures pratiques qui pourraient être prises à cet égard. Voici les principales d'entre elles :

- a) Il faudrait organiser d'autres réunions de ce genre en vue d'examiner des problèmes particuliers, par exemple ceux qui se rapportent au fonctionnement et à la sécurité

des réacteurs de recherche et à leur utilisation pour la production de radioisotopes et pour la recherche en biologie et en agriculture. La prochaine réunion devrait avoir lieu dans un délai rapproché ;

- b) L'Agence devrait envoyer des missions d'experts chargées de conseiller les divers pays sur l'utilisation de leurs réacteurs de recherche ;
- c) L'existence d'un dépôt de pièces détachées, telles que condensateurs et transformateurs, permettrait de supprimer les délais lorsque les pièces sont demandées d'urgence ;
- d) L'Agence pourrait aider les pays de la région à créer des bibliothèques et des services de documentation scientifique. Cette assistance serait précieuse, particulièrement du fait qu'un grand nombre de ces pays éprouvent des difficultés en matière de devises ;
- e) Tout programme d'échange de spécialistes devrait tenir compte des besoins de formation sur le plan local et sur le plan régional, et prévoir des stages à l'étranger dans des centres de hautes études. Les bourses à l'étranger ne devraient pas être de durée trop limitée ; après le retour du boursier dans son pays, le centre où il a fait son stage devrait envoyer, pour un court séjour, un expert qui l'aiderait à introduire les nouvelles techniques dans ses propres travaux ;
- f) Il conviendrait d'assouplir la procédure d'octroi des services d'experts dans le ca-

dre du programme d'assistance technique de l'Agence, de façon que les experts, au lieu d'effectuer un long séjour dans un pays, puissent plutôt y faire plusieurs séjours de courte durée et fournir ainsi leur assistance à divers stades de l'exécution d'un programme. Il est également important que le matériel approprié soit fourni en même temps que les services d'experts ;

- g) Des programmes de recherches à l'aide de réacteurs, du genre du projet NORA exécuté en Norvège, pourraient se révéler utiles pour la mise au point de techniques spécialisées, particulièrement de celles qui nécessitent un matériel coûteux ;
- h) Un centre de calcul électronique qui pourrait être utilisé par les Etats Membres de la région serait également utile. Il y aurait lieu de favoriser les échanges de renseignements entre les centres de la région ;
- i) Un comité régional de sécurité et de délivrance des permis pourrait jouer un rôle consultatif et passer constamment en revue les travaux des différents centres ;
- j) Il faudrait s'attacher à normaliser la production et l'emploi des radioisotopes du point de vue de la pureté chimique, radiochimique et médicale. L'Agence devrait établir des normes de pureté et fournir aux centres de la région une assistance technique pour les aider à créer des services de distribution des radioisotopes ;
- k) Enfin, on a souligné que l'assistance technique fournie par l'Agence devrait tendre à intégrer les centres de réacteur à l'activité scientifique et pédagogique du pays.