

## Utilisation et gestion efficaces des réacteurs de recherche

par R. Muranaka\*

Le réacteur de recherche est un instrument polyvalent qui, lorsqu'il est utilisé de manière efficace, peut grandement contribuer au développement scientifique et technologique d'un pays. De plus, il peut rendre nombre d'importants services dans de nombreux domaines intéressant tant les gouvernements que l'industrie. Le réacteur, toutefois, représente une immobilisation considérable de capital pour l'établissement propriétaire, qui doit également couvrir chaque année les frais courants d'exploitation. La question de l'utilisation d'un réacteur de recherche est par conséquent d'un grand intérêt et d'une grande importance pour l'exploitant et le propriétaire du réacteur.

Le problème de l'utilisation efficace d'un réacteur de recherche est étroitement lié à sa gestion et ne peut donc être traité séparément. Trop souvent, l'attention se porte sur des techniques et méthodes spécifiques plutôt que sur le programme global d'utilisation, avec pour résultat l'acquisition de compétence et de matériel en l'absence de tout programme d'action suivi d'applications et de services.

Le séminaire dont il est rendu compte ici a permis à des directeurs de centres de recherche, exploitants et utilisateurs de réacteurs de discuter de leur expérience. Sur l'invitation du Gouvernement malaisien, le séminaire s'est tenu au Asia Pacific Development Centre, à Kuala Lumpur, du 7 au 11 novembre 1983; il a réuni une cinquantaine de participants de 19 Etats Membres; on espère pouvoir publier le rapport du séminaire, avec les mémoires présentés, de manière à atteindre un plus large public.

Trente et un exposés et communications ont été présentés au cours de sept séances, sur les sujets suivants:

- Gestion des réacteurs de recherche
- Radioexposition et sûreté
- Utilisation du réacteur de recherche (deux séances)
- Etat d'avancement du projet de réacteur de recherche PUSPATI
- Conversion du cœur à l'uranium faiblement enrichi et garanties
- Technologie des réacteurs de recherche.

En outre, une table ronde a examiné les causes de la sous-utilisation des réacteurs de recherche et les moyens d'y remédier.

### Gestion des réacteurs

Le sens des responsabilités et l'influence de la direction sont indispensables à l'utilisation efficace des réacteurs de recherche. Il a été démontré que même un réacteur de recherche de faible puissance, ayant un flux maximal de  $10^{13}$  n cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, peut être utilisé pour des expériences de recherche fondamentale. Le programme de ce réacteur comprenait des études par diffusion de neutrons sur la transition de phase dans les solides et les liquides, des études de dosimétrie de neutrons rapides, une neutronographie, des méthodes non destructives d'évaluation du niveau d'irradiation du combustible nucléaire, une analyse par activation et la production de radioisotopes. Un programme d'activité pour réacteur de recherche est indispensable à tout programme électronucléaire et les responsables de réacteurs devraient s'efforcer d'associer étroitement l'installation de réacteurs et le programme électronucléaire. Si les installations ou les conditions requises dépassent la capacité du réacteur de recherche ou de l'expérimentateur, une coopération peut être efficacement instaurée entre pays développés et pays en développement.

### Exposition professionnelle et sûreté

L'organisation et la conception de la sûreté des réacteurs de recherche au Royaume-Uni ont fait l'objet d'un mémoire. L'intention était de décrire un organisme de sûreté qui puisse servir de modèle pour les pays ne disposant pas encore d'organisme réglementaire responsable des réacteurs de recherche. En même temps, un système d'enregistrement centralisé des doses d'exposition professionnelle a été présenté. On ne saurait surestimer l'importance d'un système d'enregistrement bien géré, car ce sont les informations contenues dans de tels fichiers qui permettent au responsable de la radioprotection de démontrer que la santé et la sécurité des travailleurs sont protégées; il peut alors appliquer ses efforts à la recherche de techniques de réduction des doses. Un autre mémoire donnait un exemple de réductions de la dose d'exposition professionnelle et du temps d'arrêt d'un réacteur obtenus grâce à certains changements dans la configuration des barres de commande, qui ont permis de réduire la dose d'irradiation résultant des activités d'entretien — principale cause d'exposition aux rayonnements. La minutieuse organisation du contrôle radiologique du site dans le cas du réacteur PUSPATI, afin de protéger le public, a également été évoquée.

\* M. Muranaka est fonctionnaire à la Section de physique de la Division de la recherche et des laboratoires de l'Agence.

### Utilisation des réacteurs

Les séances consacrées à l'utilisation des réacteurs de recherche ont notamment donné lieu à une étude de cas sur les progrès de l'utilisation des réacteurs dans les programmes de chimie, comme suite à l'avis exprimé par la direction d'une organisation que la mission, la structure et la fonction de celle-ci déterminent le programme. Plusieurs communications portaient sur les programmes d'analyse par activation neutronique, l'accent étant mis sur les études d'impact et l'analyse d'échantillons de sol.

L'étude de matière condensée à l'aide de faisceaux de neutrons constitue peut-être l'utilisation courante la plus répandue des réacteurs de recherche. Il est apparu au cours des discussions que l'utilisation efficace des réacteurs de recherche a pour condition absolue l'automatisation des expériences faites à l'aide de faisceaux de neutrons, ainsi que des systèmes d'acquisition de données; étant donné les rapides progrès de la technologie des microprocesseurs, cette automatisation est possible pour un coût raisonnable.

Un programme de production de radioisotopes prévu pour les cinq prochaines années dans un centre qui entreprend pour la première fois cette activité a été présenté pour illustrer l'importance de la planification à long terme. Ce centre se spécialise dans les radioisotopes à usage médical. Dans le domaine des applications médicales des réacteurs, la thérapie par capture de neutrons de bore pour les tumeurs du cerveau a fait l'objet d'une description. Le succès de cette technique fait qu'elle doit être appliquée dans un proche avenir au traitement du cancer de la peau.

Un système de neutronographie en continu et son utilisation pour des applications industrielles ont également été décrits. Ce système automatisé par microprocesseurs peut tester rapidement de nombreux échantillons. La neutronographie est une application importante des réacteurs de recherche, susceptible d'être utilisée dans de nombreuses industries, et elle n'exige que des réacteurs de recherche de faible puissance.

Dans le domaine de la formation et de l'enseignement, un mémoire décrivait les cours de formation pour ingénieurs et techniciens des programmes nucléaires (réacteurs de recherche et réacteurs de puissance). Un autre donnait des précisions sur un cours post-universitaire organisé au Japon dans un laboratoire équipé d'un réacteur de faible puissance, avec la participation d'étudiants de dix universités. Ce type de cours peut créer des liens utiles entre le centre nucléaire et le système universitaire et peut être adapté avec efficacité dans d'autres pays de façon à développer l'utilisation des installations.

### Mise au point des réacteurs de recherche

Une séance a été consacrée à l'histoire du projet de réacteur de recherche PUSPATI. L'objet était d'illustrer les procédures et activités qu'exigent la planification et la mise en service d'un réacteur de recherche, ainsi que de fournir des orientations sur les questions d'administration et d'organisation. Plusieurs mémoires décrivaient les étapes essentielles: conception et mise au point; construction, installation et mise en service; procédures

d'organisation et d'administration; recrutement et formation; mesures du flux de neutrons; première année d'exploitation; utilisation actuelle et autres possibilités d'utilisation. Cette séance a été très utile, précédant une visite au site de PUSPATI.

### Conversion du cœur et combustibles à l'uranium faiblement enrichi

Presque tous les propriétaires et exploitants de réacteurs de recherche fonctionnant à l'uranium fortement enrichi devront convertir leurs réacteurs pour l'utilisation de combustibles à l'uranium faiblement enrichi. Le rapport de l'Evaluation internationale du cycle du combustible nucléaire recensait en 1980 dans plus de 35 pays plus de 150 réacteurs de recherche fonctionnant à des puissances variant entre 10 kW et 250 MW et utilisant des combustibles à l'uranium fortement enrichi. Des programmes sont en exécution depuis plusieurs années dans un certain nombre de pays afin de mettre au point des combustibles à forte densité d'uranium, de démontrer la possibilité de les fabriquer à l'échelle commerciale, et d'homologuer toute une gamme de types d'éléments combustibles au moyen de nombreux essais d'irradiation. L'Agence dispose d'études détaillées coordonnées sur la performance des réacteurs convertis et sur les questions de sécurité et d'autorisation qui sont intéressantes pour la réduction de l'enrichissement au niveau du cœur du réacteur de recherche. La situation en ce qui concerne le combustible à l'uranium faiblement enrichi à base d'alliage d'uranium et d'hydruure de zirconium à charge élevée d'uranium et la question de la fabrication de combustibles à l'uranium faiblement enrichi en plaques ont également été examinées.

L'Agence applique des garanties à près de 150 installations classées comme réacteurs de recherche. Les activités de garanties de l'Agence dans une installation donnée dépendent de la puissance thermique du réacteur ainsi que de la qualité et du type des matières nucléaires utilisées. La conversion de ces réacteurs influe donc sur le volume de ces activités. L'un des mémoires passait en revue les activités de garanties de l'Etat et de l'Agence dans le cas de grands réacteurs (d'une puissance supérieure ou égale à 50 MW) et de petits réacteurs (d'une puissance inférieure ou égale à 1 MW), conformément au type d'accord le plus courant entre l'Agence et l'Etat.

### Technologie des réacteurs de recherche

Un pays en développement qui s'engage actuellement dans le domaine nucléaire n'abordera pas la question du type de réacteur de recherche à utiliser de la même manière que les pays industrialisés l'ont fait dans le passé. Alors que, dans nombre de pays industrialisés, une multitude de réacteurs de recherche nucléaire ont été installés depuis vingt-cinq ans pour tenir compte des différents aspects du domaine nucléaire, un pays en développement envisagera d'installer un seul réacteur polyvalent, capable d'exécuter toutes les tâches typiques d'un réacteur de recherche. Un tel réacteur polyvalent a été décrit. Il est doté de points d'irradiation à l'intérieur du cœur et dans le réflecteur, d'un grand canal central pour les essais de combustibles et de matériaux avec boucles expérimentales, de tubes

émetteurs de faisceaux à flux optimisé par l'utilisation de blocs de béryllium, et d'un dispositif de neutronographie. La conception de ce réacteur est dictée de toute évidence par le programme d'utilisation prévu. Ce réacteur est actuellement en construction en Asie du Sud-Est.

Un résumé des caractéristiques et de l'expérience d'utilisation de quatre installations à Mol (Belgique), a été présenté et analysé en fonction de divers objectifs: formation de personnel, production d'isotopes, analyse de matériaux, irradiation de composants du réacteur. Les quatre installations comprennent un réacteur de puissance zéro, un réacteur à faible flux, un réacteur à flux élevé et un prototype de réacteur de puissance. Leur utilisation efficace exige la présence d'un groupe de technologie, spécialisé dans la conception et la fabrication de dispositifs d'irradiation, d'un groupe de dosimétrie, et d'un groupe chargé des cellules chaudes pour manipuler les matières radioactives et procéder aux examens après irradiation.

#### Table ronde

Les causes de la sous-utilisation des réacteurs de recherche et les moyens d'y remédier ont été examinés par une table ronde comprenant MM. A. Tajuddin (Malaisie, Président), V. Dimic (Yougoslavie), E. Bautista (Philippines), R. Chidambaram (Inde), K. Kanda (Japon) et J.P. Genthon (France). Il ressort des discussions que l'absence de mesures d'appui ou d'instructions supérieures se manifeste par a) un financement insuffisant des opérations; b) une insuffisance de personnel; c) un manque de matériel approprié. Dans certains cas, le manque de réserves suffisantes de combustible limite la puissance et le temps d'exploitation à des niveaux auxquels les activités de recherche ou la production d'isotopes se trouvent gravement restreintes. Le manque de main d'œuvre qualifiée dû à un taux élevé d'usure des effectifs, a également été évoqué comme un facteur important. D'autre part, l'industrie, les pouvoirs publics et les services publics ne semblent pas suffisamment conscients des avantages éventuels des réacteurs

de recherche et des techniques nucléaires. De même, les travailleurs ont tendance à utiliser des techniques connues et familières, telles que la chimie par voie humide, à procéder à des analyses chimiques sans s'adapter aux techniques nucléaires, plus récentes et plus efficaces. Enfin, l'importance excessive accordée à la sûreté peut avoir un effet négatif sur l'utilisation et l'exploitation des réacteurs de recherche.

La table ronde a formulé les recommandations suivantes:

- 1) Education – Il est nécessaire de faire l'éducation des scientifiques, du public et d'autres secteurs, sans tarder et de façon suivie, en ce qui concerne les utilisations possibles et les avantages des techniques des réacteurs de recherche.
- 2) La formation de spécialistes à l'étranger, dans des établissements très différents de ceux de leur pays quant aux intérêts et aux installations, tend à accroître l'usure des effectifs. Les scientifiques devraient, dans la mesure du possible, recevoir une formation dans des établissements tout à fait analogues à ceux de leur pays.
- 3) Il faudrait accorder davantage d'importance à la construction et au montage d'installations expérimentales sur place, contribuant ainsi au développement de compétences internes et de groupes spécialisés.
- 4) Pour atténuer l'ennui chez les opérateurs de réacteurs, il faudrait que leurs fonctions comportent des activités liées à l'expérimentation et aux services. A cet égard, l'enregistrement automatisé des données a été mentionné comme un moyen de libérer les opérateurs de tâches fastidieuses.
- 5) Un centre de recherche devrait savoir se spécialiser dans des domaines étroits correspondant aux intérêts du personnel et au matériel dont il dispose, et ne pas tenter de rivaliser avec les activités des grands centres de recherche des pays industrialisés. Des recherches bien exécutées, publiées dans les grandes revues scientifiques, auront un effet stimulant sur les universités et les centres de recherche.