

## Comment utiliser rationnellement des ressources nationales précieuses

par K.H. Beckurts\*

La situation pour ce qui est de l'énergie d'origine nucléaire et des laboratoires de recherche nucléaire a beaucoup changé au cours de la dernière décennie. Dans de nombreux domaines, la technologie nucléaire a atteint un stade assez avancé pour que l'industrie prenne le rôle prépondérant. En même temps, dans de nombreux pays industrialisés, les programmes nucléaires perdaient beaucoup de leur élan initial. Le transfert de la technologie nucléaire de ces pays aux pays en développement s'est révélé plus difficile qu'on ne l'avait prévu et les progrès de l'énergie d'origine nucléaire ont été retardés dans de nombreux pays. Il est tout à fait naturel qu'un grand nombre de ces facteurs affectent les laboratoires nucléaires. L'énergie nucléaire a perdu de son pouvoir de fascination.

Six laboratoires de recherche nucléaire ont été fondés dans la République fédérale d'Allemagne au cours de la période 1956-60, c'est-à-dire immédiatement après la levée des restrictions de l'après-guerre sur l'énergie nucléaire. A Karlsruhe et Juliers, on a créé de vastes installations fortement orientées vers la technologie de la fission; à Geesthacht, Neuherberg et Garching, des laboratoires de dimension moyenne spécialisés dans la propulsion des navires nucléaires, la recherche sur les rayonnements et la physique des plasmas; enfin, à Berlin, l'Institut Hahn-Meitner a été conçu comme un centre de dimension moyenne pour la recherche nucléaire en général. Au total, ces centres emploient maintenant quelque 9000 personnes et ont un budget annuel d'environ 1000 millions de marks dont Juliers et Karlsruhe absorbent chacun environ le tiers\*\*. Ces chiffres représentent une fraction considérable du budget total de la République fédérale pour la recherche et le développement. Ils sont comparables au budget de la Max-Planck Gesellschaft, principale organisation consacrée à la recherche fondamentale en République fédérale et à celui de la Deutsche Forschungsgemeinschaft, organisation qui subventionne toute la recherche universitaire. Il n'est donc pas étonnant que les centres fassent l'objet d'un débat continu dans la presse, au parlement et dans la communauté scientifique.

\* M. Beckurts a été président du Conseil des directeurs du Centre de recherche nucléaire de Juliers et il est maintenant premier Vice-président de Siemens AG, Otto Hahn Ring 6, D-8000 Munich 83, République fédérale d'Allemagne. Le présent article reprend le contenu d'un discours que M. Beckurts a prononcé au cours de l'après-midi scientifique de la session de la Conférence générale de l'AIEA tenue en 1981.

\*\* En février 1982, le mark allemand valait environ 0,43 dollar des Etats-Unis.

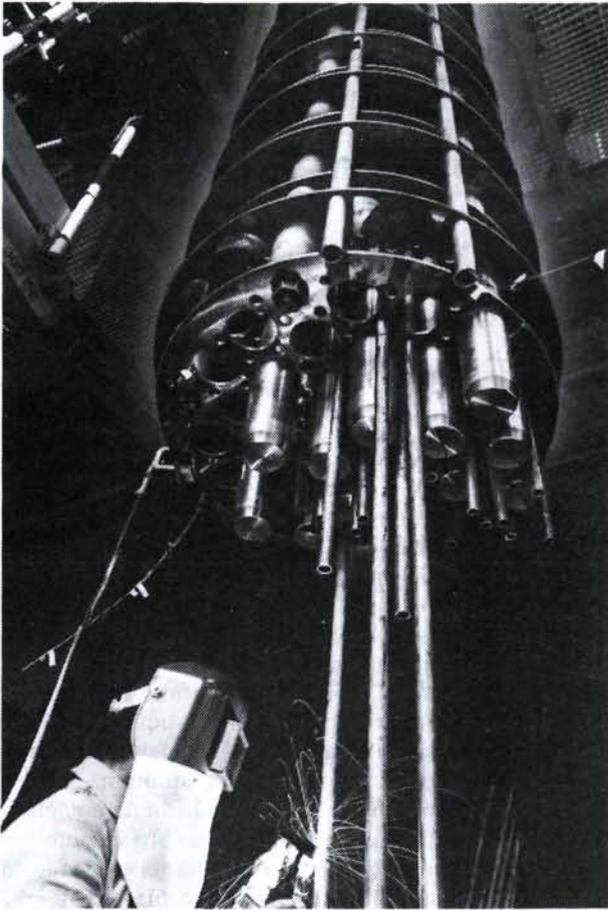
La phase initiale a été marquée par une extension rapide des laboratoires et par la nécessité de rattraper le temps perdu parce que l'Allemagne était entrée avec du retard dans la course nucléaire. Les centres ont travaillé intensément et en général avec succès conformément à leur programme: Karlsruhe, épaulé par l'industrie, a mis au point et construit un grand réacteur de recherche et d'essai refroidi au D<sub>2</sub>O, FR2; le laboratoire a entrepris ensuite un programme important de physique et de technologie des réacteurs à neutrons rapides comportant des recherches sur le combustible au plutonium. A Juliers, on a construit le réacteur expérimental à lit de boulets AVR et entrepris des études sur les réacteurs à haute température refroidis par un gaz, et notamment sur le cycle du combustible au thorium. Le laboratoire de Neuherberg a étudié et démontré la possibilité d'évacuer les déchets nucléaires dans la mine d'Asse et le Centre de Geesthacht a conçu et construit avec l'industrie le premier navire nucléaire allemand, le *Otto Hahn*.

### Diversification des activités

La diversification est devenue un problème important à la fin des années 60. D'une part, on estimait que les centres avaient rempli leur mission originelle et que les responsabilités devraient passer progressivement à l'industrie. D'autre part, on espérait que les connaissances techniques des centres pourraient servir à résoudre d'autres problèmes non nucléaires intéressant la société. En fait, la plupart de ces problèmes étaient déjà traités ailleurs: dans l'industrie, les universités et autres établissements de recherche. Il est bientôt devenu évident que de nouvelles activités ne pourraient réussir que dans les cas où les connaissances techniques générales et les installations spécifiques des centres leur permettraient de rivaliser avec d'autres établissements de recherche et de développement. Au cours de cette période, un certain nombre d'activités de recherche ont été entreprises et se sont poursuivies avec succès depuis lors. On peut citer en particulier:

- Un programme de la technologie des basses températures et de la superconductivité à Karlsruhe;
- Un grand programme de recherche sur la science de l'état solide et des surfaces à Juliers;
- Un programme d'applications navales à Geesthacht;
- Des programmes de recherche sur l'environnement à Neuherberg et Juliers.

Les laboratoires n'ont toutefois pas diversifié leurs activités sur une grande échelle. On a peu à peu compris



Les techniques apprises en recherche nucléaire sont applicables aux problèmes non nucléaires. Ici un technicien au travail sur un grand élément de l'installation d'essai EVA II au centre de recherche de Juliers.

qu'il y avait de bonnes raisons pour s'attacher résolument aux questions d'énergie et d'énergie d'origine nucléaire. Avec le ralentissement du rythme de développement de l'énergie d'origine nucléaire, l'industrie a hésité davantage à prendre la responsabilité de la mise au point de filières de pointe. Certains problèmes techniques se sont révélés plus complexes qu'on ne l'avait prévu, et partant, ont exigé des travaux de recherche et de développement supplémentaires. Ceci s'applique particulièrement au retraitement et à la gestion des déchets, domaines dans lesquels de nouveaux programmes ont été entrepris, principalement à Karlsruhe. Pour tenir compte de l'importance politique accrue de la protection de l'environnement et de la sûreté des réacteurs nucléaires, la plupart des laboratoires ont entrepris de nouveaux programmes de recherche. Les centres nucléaires ont aussi eu pour tâche de contribuer au débat public sur l'énergie d'origine nucléaire. A la suite de la crise du pétrole de 1973, on a assisté à une réorientation importante des activités publiques de recherche et de développement; on a augmenté fortement les fonds affectés aux programmes de conservation de l'énergie et aux programmes d'énergie non nucléaire et surtout aux programmes de recherche et de développement industriels. Les laboratoires nucléaires ont cependant entrepris quelques activités nouvelles dans le domaine de l'analyse des systèmes éner-

gétiques, de la recherche sur la conversion de la biomasse et de l'énergie solaire (principalement à Juliers). Cette phase de "consolidation" n'est pas terminée.

### Cinq domaines d'activités

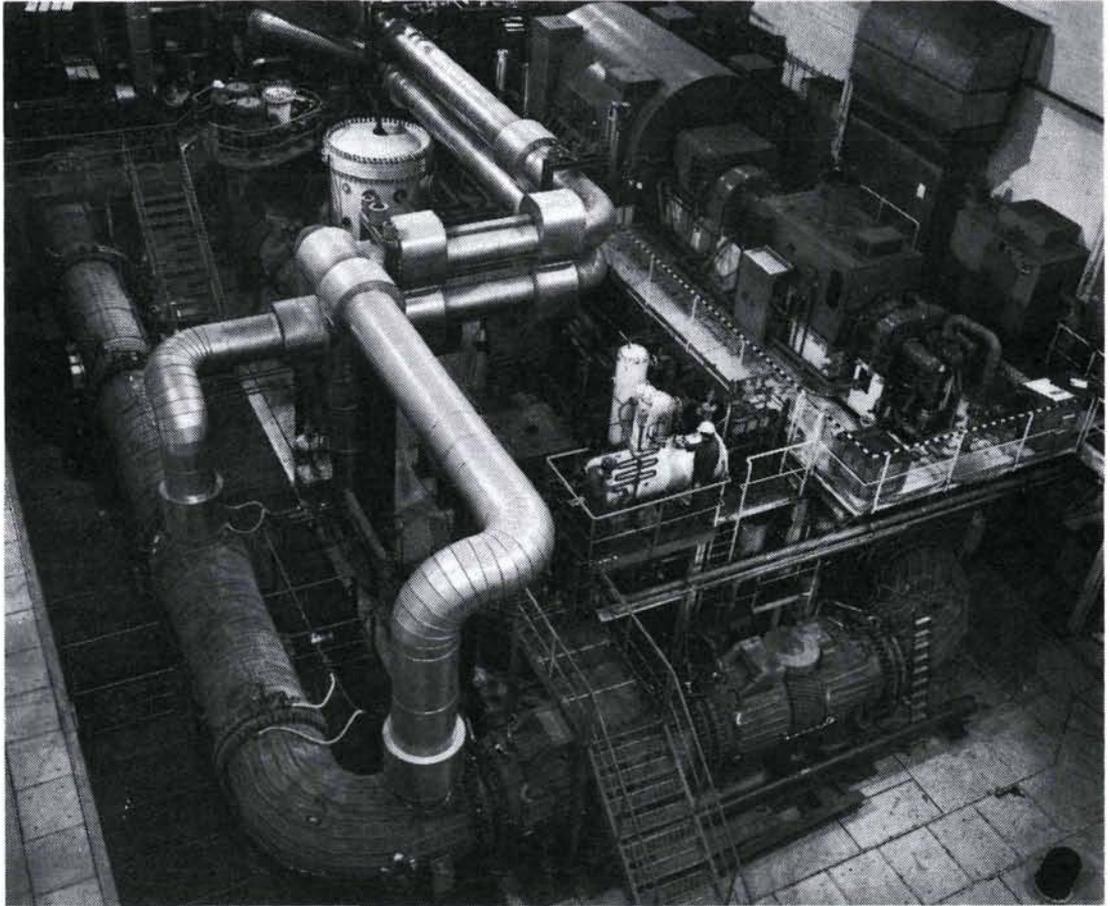
Il existe cinq secteurs importants où les grands laboratoires d'énergie nucléaire d'un pays industrialisé peuvent continuer à jouer un rôle important. Ce sont l'aide au développement de l'énergie de fission; le développement de la fusion en tant que source d'énergie importante; l'étude des problèmes posés par des systèmes très complexes; l'exécution de travaux de recherche fondamentale dans certains domaines; l'aide au transfert de technologie aux pays en développement.

L'aide au développement de la fission continuera probablement pendant longtemps encore à exiger le plus d'efforts. Elle portera notamment sur la fermeture du cycle du combustible, les technologies du retraitement et de la gestion des déchets, la sûreté nucléaire, les réacteurs surgénérateurs et l'application de l'énergie d'origine nucléaire à d'autres fins que la production d'électricité, comme source de chaleur en particulier. Dans le domaine du développement des garanties, il existe aussi des tâches très importantes auxquelles de nombreux laboratoires participent, dans le cadre du programme d'aide de l'AIEA. Il est nécessaire de faire également des recherches sur la protection physique des matières nucléaires.

La recherche sur la fusion pose un problème particulier. Bien que l'on espère voir démontrer la faisabilité *physique* de la fusion au cours de la présente décennie, on ne fait que commencer à préparer une démonstration de sa faisabilité *technique*. Outre les travaux en cours sur la physique des plasmas, il faudra consacrer un important effort aux technologies du tritium, de la télémanipulation, des aimants supraconducteurs, des couches fertiles et des matériaux de pointe. L'étude Intor entreprise et patronnée par l'AIEA décrit clairement l'état actuel de la recherche sur la fusion et montre quels sont les problèmes techniques à résoudre. Il faut appliquer au domaine de la fusion les connaissances techniques acquises grâce à la technologie de la fission, et c'est principalement dans les centres nucléaires que ce transfert peut avoir lieu. Je ne partage pas l'opinion de certains partisans de la fusion qui voudraient voir la plupart des centres de fission passer immédiatement et totalement à la fusion.

Avec l'analyse des systèmes complexes, on aborde un domaine très différent. Le personnel des laboratoires possède un large éventail de connaissances techniques. Il devrait être en mesure de procéder indépendamment et objectivement à des études systématiques sur les systèmes d'approvisionnement en énergie, les effets de l'utilisation de l'énergie ou de la pollution industrielle sur le climat, ou les problèmes des matières premières, etc. Il faudrait s'efforcer non pas de faire des prédictions, mais d'établir des relations de base et à partir de là mettre au point divers scénarios de développement possibles. La prise de décisions à incidence politique importante, comme l'utilisation à grande échelle de combustibles fossiles à faible teneur, doit être précédée d'études approfondies des autres solutions possibles.

La recherche fondamentale est solidement implantée dans un grand nombre de centres nucléaires. Elle ne



Vue de l'installation d'essai d'hélium à haute température au centre de recherche de Juliers.

représente pas une tâche intrinsèque des laboratoires, mais devrait être limitée aux secteurs qui tirent immédiatement parti de l'infrastructure disponible ou qui sont en rapport étroit avec leur programme de recherche appliquée. Il est particulièrement important d'étudier, de construire et de faire fonctionner de grands instruments de recherche avancée. Il faudra accorder une attention spéciale aux futures sources de neutrons de forte intensité.

Il est donc évident que les tâches ne manquent pas; au contraire, il existe une masse importante de tâches hétérogènes "anciennes" et "nouvelles", ainsi que d'activités exécutées en liaison avec des partenaires très différents. Les centres doivent collaborer étroitement avec l'industrie. Etant donné que la plupart des résultats sont destinés à l'industrie, il faut veiller à établir une association efficace comportant un échange fructueux de connaissances techniques et de personnel. Le consortium de la recherche et du développement (Entwicklungsgemeinschaft) mis en place dans la République fédérale d'Allemagne constitue un modèle intéressant: il s'agit d'une entreprise exécutée en collaboration par un laboratoire et une société industrielle en vue de mettre en commun les efforts de recherche et de développement pour des projets déterminés comme le surgénérateur rapide ou le réacteur à haute température refroidi par un gaz. Il est encore trop tôt pour juger si cette méthode donnera de bons résultats. Le Centre de transfert de la technologie présente un autre aspect de la politique de l'Allemagne en matière de recherche et de

développement et d'innovation; il a pour objet de faire connaître les résultats de la recherche et du développement dans les entreprises petites et moyennes qui ne disposent pas de moyens suffisants dans ce domaine.

Les laboratoires ont dû participer aux débats publics sur l'énergie d'origine nucléaire et plus généralement discuter de la technologie et de son impact sur la société. Mais les centres ont aussi une importante mission dans le domaine de la formation et de l'enseignement, qu'ils ne peuvent remplir efficacement qu'en collaboration étroite avec les universités.

#### Transfert de technologie

Le transfert de technologie aux pays en développement est une fonction très importante des laboratoires. Les relations entre l'AIEA et les centres ont toujours été très étroites. Le Gouvernement fédéral et l'AIEA exécutent en collaboration un grand nombre d'activités avec l'aide des centres de recherche. Ce sont, par exemple:

- Des programmes communs dans le cadre de l'assistance technique, portant surtout sur les applications des isotopes dans l'alimentation et l'agriculture, les sciences biologiques et l'environnement.
- L'envoi de missions d'experts aux pays en développement. Une cinquantaine d'experts sont envoyés tous les ans, la plupart d'entre eux venant des centres de recherche.



Fourneau utilisé pour la fabrication, à l'Institut de recherche nucléaire Hahn-Meitner, de verres au borosilicate et de céramiques de verre pour l'enrobage de produits de fission.

● L'octroi de bourses de perfectionnement dans la République fédérale d'Allemagne. Une cinquantaine de bourses sont accordées chaque année, en grande partie par les centres de recherche.

Les laboratoires accueillent fréquemment les colloques et séminaires de l'AIEA. En collaboration avec l'AIEA, le Centre de Karlsruhe organise depuis longtemps des cours de technologie nucléaire à l'intention de stagiaires de pays en développement; il est prévu d'organiser ces stages non seulement à Karlsruhe mais aussi dans les pays en développement afin de stimuler les communications. En dehors de cette collaboration multilatérale par l'intermédiaire de l'AIEA, il existe un programme de coopération directe avec les pays en développement. Plus de vingt de ces pays coopèrent activement avec les centres nucléaires de la République fédérale qui ont établi des "bureaux internationaux" pour faciliter ces contacts. Cette opération a d'abord porté sur l'énergie d'origine nucléaire, les techniques isotopiques et la prospection de l'uranium. Ensuite

ont été mis en chantier des programmes plus généraux dans des domaines comme l'énergie solaire, les sciences environnementales et biologiques, le dessalement, la science des matériaux et la technologie des aliments. L'échange d'informations et de personnel, plutôt que le financement direct, constitue le principal instrument assurant la vitalité de ces programmes communs.

#### Rôle futur de l'AIEA?

Des difficultés énormes restent à surmonter pour parvenir à un transfert efficace de technologie, qui se traduira par des progrès économiques décisifs dans les pays bénéficiaires. Ces difficultés constituent l'un des grands problèmes de notre temps. Il est certain que les centres nucléaires peuvent apporter une contribution importante à sa solution et il semble que leur potentiel ne soit pas encore pleinement exploité. C'est peut-être là un domaine dans lequel l'AIEA pourrait entreprendre de nouvelles activités.