Les programmes nucléo-énergétiques et le cycle du combustible

LES PROGRAMMES NUCLEO-ENERGETIQUES

Il ne fait aucun doute que, dans l'établissement du programme de la conférence, on a tenu compte de l'hypothèse que la fission nucléaire est appelée à jouer un rôle important en tant que source d'énergie, d'ici à la fin du siècle et même au-delà. Si certains événements survenus récemment à l'échelon international et dans certains des pays participants ont pu jeter quelques doutes sur la solidité de cette hypothèse, la conférence a permis d'en réaffirmer la valeur et de définir clairement la part importante des besoins en énergie qui, si l'on veut éviter les pénuries, devra être satisfaite par voie nucléaire. Les rapports des pays industrialisés tout comme ceux des pays en développement soulignent la nécessité de recourir à l'énergie d'origine nucléaire.

La réduction des prévisions et des programmes nucléo-énergétiques est liée avant tout aux retards intervenus depuis 1974 dans l'augmentation de la demande par suite de la stagnation économique. Le financement, les procédures d'autorisation et l'attitude du public ont également soulevé des problèmes.

Les rapports des organisations internationales (Organisation de coopération et de développement économiques, Agence internationale de l'énergie atomique, Agence de l'énergie nucléaire et Conseil d'assistance économique mutuelle) ont souligné la nécessité d'établir des programmes nucléo-énergétiques, et les rapports de pays tels que la République fédérale d'Allemagne, le Canada, les Etats-Unis, la France, l'Italie, le Japon, le Royaume-Uni et l'URSS ont confirmé qu'ils s'étaient résolument engagés sur la voie des grands programmes nucléo-énergétiques.

Il est également intéressant de noter que plusieurs pays en développement, dont le Brésil, l'Egypte, l'Inde, l'Iran, le Pakistan et les Philippines, ont ébauché des programmes nucléo-énergétiques qu'ils sont fermement résolus à exécuter. Le Brésil a annoncé son intention de se rendre indépendant d'ici une quinzaine d'années en matière de construction de réacteurs et d'installations du cycle du combustible.

Dans la plupart des pays, les programmes reposeront probablement sur les réacteurs à eau légère. Les réacteurs à eau pressurisée et à eau bouillante domineront le marché, mais des considérations d'ordre technique en limitent les dimensions à la gamme située entre 1000 et 1300 MW(e). L'URSS étudie un réacteur beaucoup plus grand, de 2400 MW(e), à tubes, à refroidissement à eau et modéré au graphite. Le caractère modulaire de sa conception et de sa construction permet à ce réacteur de dépasser les limites de dimensions qui s'imposent aux réacteurs à eau légère.

Les rapports du Canada ont exposé les résultats obtenus avec les réacteurs à eau lourde du type CANDU. Des réacteurs de ce type sont également en exploitation ou en construction dans quatre pays en développement.

Les sessions techniques et les tables rondes se sont tenues au Palais des Congrès. La photo représente la salle "Europa" du Palais.

Les Etats-Unis ont vigoureusement réaffirmé leur attachement à un programme reposant sur les réacteurs à eau légère, mais leur nouvelle politique consiste à différer sine die le retraitement du combustible nucléaire et la fabrication à échelle industrielle de réacteurs surgénérateurs rapides ainsi qu'à étudier de près la possibilité de recourir à d'autres types de réacteurs et cycles de combustible. Les pays dépourvus de sources d'uranium mais ayant d'importants programmes nucléaires envisagent généralement de boucler le cycle des réacteurs à eau légère en retraitant le combustible épuisé. Cinq pays industrialisés se proposent de mettre en service des réacteurs surgénérateurs rapides refroidis par métal liquide au cours des années 1990.

L'expérience des trois centrales de démonstration à surgénérateurs rapides (dans la gamme des 250 à 350 MW(e)), qui fonctionnent en URSS, en France et au Royaume-Uni, montre que cette technique est arrivée à maturité et ne pose aucun nouveau problème important. On estime que la sûreté de ces réacteurs est aussi bonne que celle des réacteurs thermiques de la génération actuelle. La République fédérale d'Allemagne et le Japon projettent de nouveaux surgénérateurs rapides de démonstration. La construction de la première centrale de taille industrielle a commencé en France, avec la participation de l'Allemagne fédérale et de l'Italie. Elle devrait entrer en service en 1982. Le Royaume-Uni et l'URSS ont décidé de construire des centrales similaires, dans la gamme de 1250 à 1600 MW(e).

De l'avis général, on sera tôt ou tard amené à retraiter le combustible des réacteurs actuels à eau légère, mais les opinions diffèrent considérablement quant à l'échelonnement dans le

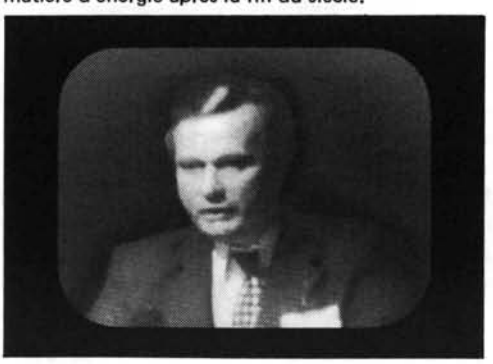
M. Ulf Lantzke, de l'Agence internationale de l'énergie atomique et de l'OCDE, exposant la situation de l'offre et de la demande d'énergie dans le monde.

M.A. Panasenkov, du Conseil d'assistance économique mutuelle, Moscou, explique la coopération entre les pays membres de cet organisme.

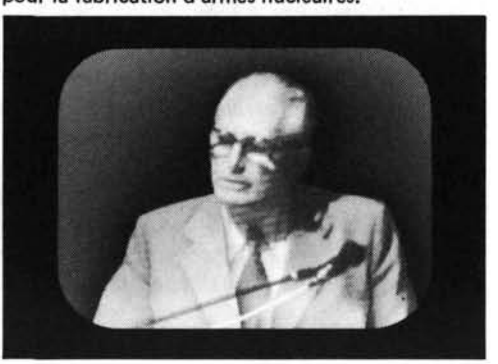
temps de ces opérations qui sont apparemment fonction des ressources de chaque pays en combustible, et particulièrement en combustible nucléaire. A cet égard, il convient de signaler un rapport canadien annonçant un programme méthodique, étalé sur 20 à 25 ans et destiné à mettre au point une technique de recyclage des matières fissiles, y compris le plutonium et le thorium, dans les réacteurs CANDU et à en faire la démonstration.

Les projets de réacteurs à eau légère et de surgénérateurs rapides à métal liquide sont en général fermes et optimistes, alors que les programmes nationaux paraissent accorder moins de crédit aux autres types de réacteurs. Une communication de la République fédérale d'Allemagne a exposé l'état actuel des travaux entrepris sur les réacteurs à haute température, en soulignant l'importance des investissements et la longueur des délais qui seraient nécessaires pour arriver à démontrer la rentabilité de ce type de réacteur et de son cycle du combustible. L'URSS poursuit ses effort pour mettre au point un réacteur rapide refroidi au gaz, dont l'élément réfrigérant est le gaz dissociant N_2O_4. Les autres types de réacteurs surgénérateurs ne paraissent pas devoir présenter un grand intérêt dans un avenir

M.W. Häfele, de l'Institut international d'analyse appliquée des systèmes (IIAAS) de Laxenbourg (Autriche), analyse les possibilités offertes à l'humanité en matière d'énergie après la fin du siècle.



M. André Giraud, du Commissariat à l'énergie atomique (France), annonce la mise au point d'un procédé d'enrichissement de l'uranium par voie d'échanges chimiques qui rend pratiquement impossible la production d'uranium enrichi utilisable pour la fabrication d'armes nucléaires.



prévisible, à une exception près, assez surprenante, celle du réacteur surgénérateur à sel fondu, au sujet duquel un rapport se montre très optimiste.

LE CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE

La conférence a nettement manifesté que trois conditions devraient être remplies pour que le cycle du combustible nucléaire devienne une industrie viable. Premièrement, il faut disposer d'une technique sûre et économiquement saine permettant de fournir des matières et des services à la totalité du cycle du combustible. Deuxièmement, cette technique doit être applicable à l'échelle industrielle et avoir une capacité suffisante pour satisfaire la demande des centrales nucléo-énergétiques. Troisièmement, il faut qu'il y ait un consensus à l'échelon national, et dans une large mesure international, sur la politique d'application industrielle des techniques existantes.

Ces trois conditions préalables sont intimement liées. Si elles paraissent pouvoir être remplies, la recherche sur de nouvelles techniques de combustibles nucléaires en sera encouragée d'autant. On n'investit de l'argent et du travail dans une technique industrielle donnée que lorsqu'on envisage avec confiance la demande dont elle est susceptible de faire l'objet. Le marché d'une technique ne peut se développer que lorsqu'il existe un consensus suffisant sur la politique de son application, aux échelons national et international. La coopération internationale en matière de politique nucléaire est donc une nécessité.

La technique

La conférence a reconnu unanimement que le cycle du combustible des types de réacteurs actuellement en service repose sur une base technique déjà suffisante. Certes, comme toutes les techniques, elle subit de continuelles modifications, mais il s'agit davantage de perfectionnements de l'application industrielle que d'élaboration de techniques fondamentalement nouvelles.

Les techniques de prospection, d'extraction et de traitement ont fait des progrès plus rapides pour l'uranium que pour d'autres minéraux. Elles sont devenues plus complexes, plus coûteuses et, par conséquent, plus susceptibles de n'être accessibles qu'à de grandes entreprises. On met au point des techniques destinées aux minerais d'uranium à faible teneur en prévision du moment où les prix du métal rendront leur extraction rentable.

L'enrichissement des isotopes de l'uranium est un domaine où des techniques fondamentales nouvelles pourront prendre de l'importance. Le procédé de diffusion gazeuse est peu à peu complété par celui de l'ultra-centrifugation gazeuse. D'autres techniques sont en cours d'élaboration, entre autres des méthodes aérodynamiques en Allemagne fédérale et en Afrique du Sud, ainsi que le nouveau procédé d'enrichissement par voie d'échanges chimiques annoncé par la France au cours de la conférence. On a dit de ce dernier qu'il permettait une production rentable d'uranium enrichi à l'usage des réacteurs même dans des installations d'une capacité relativement faible. On a également déclaré que le procédé par voie d'échanges chimiques ne permettait pas de produire l'uranium fortement enrichi utilisable pour des explosifs nucléaires. Plusieurs pays expérimentent la séparation des isotopes par laser. L'hypothèse selon laquelle ce procédé pourrait permettre d'obtenir une très forte séparation en une seule phase moyennant une faible consommation d'énergie n'a été ni confirmée ni infirmée.

La fabrication du combustible a atteint un haut degré de perfection technique, et la proportion des ruptures de gaines pour les combustibles de réacteurs à eau légère et à eau lourde a été ramenée à environ 0,03%. On s'efforce de la réduire encore et les fournisseurs de combustibles collaborent étroitement avec les compagnies d'électricité à cet effet.

Le retraitement du combustible nucléaire métallique est pratiqué depuis plus de 25 ans. On a retraité des milliers de tonnes de combustible et c'est sur cette expérience que s'appuie le retraitement des combustibles à oxyde ou à mélange d'oxyde à forte combustion. Les techniques de retraitement sont les mêmes pour les deux types de combustibles à cela près que le combustible à oxyde exige une phase de tête spéciale et qu'il a une plus forte teneur en plutonium et en produits de fission. Une installation de retraitement de combustible à oxyde à l'échelle industrielle est en service en France. Une autre est en cours d'achèvement aux Etats-Unis, mais sa mise en service dépendra d'une décision politique. D'autres installations sont projetées en Allemagne fédérale, en France, en Inde, au Japon et au Royaume-Uni.

La technique d'utilisation du plutonium a fait l'objet de démonstrations dans des réacteurs à eau légère ainsi que dans des réacteurs rapides.

Applications industrielles

De l'avis général, l'application industrielle des techniques existantes est insuffisante dans certaines phases du cycle du combustible. Cette situation, due à l'absence de décisions en matière de politique du combustible plutôt qu'au manque de techniques, suffit à exercer un effet défavorable sur d'autres phases du cycle du combustible et réduit la contribution que l'industrie nucléaire est susceptible d'apporter à la solution des problèmes de l'énergie.

En ce qui concerne la phase de tête du cycle du combustible, on a généralement reconnu qu'il serait possible d'équilibrer raisonnablement l'offre et la demande à court terme. Les problèmes qui se posent sont dus aux incertitudes qui règnent en matière de politique du cycle du combustible. Il n'y en a aucune en ce qui concerne les possibilités d'utilisation industrielle.

D'après l'Institut de l'uranium et d'autres sources, la production de l'uranium pourra atteindre en 1985 le chiffre d'environ 75 000 tonnes, ce qui est suffisant pour satisfaire les besoins. On procède actuellement au Canada et aux Etats-Unis à des études détaillées de provinces géologiques présentant des caractéristiques connues pour être favorables à la présence de l'uranium, afin d'évaluer l'importance des réserves de minerai. Dans d'autres pays, on n'a pas encore fait grand chose, mais l'Agence pour l'énergie nucléaire (de l'Organisation de coopération et de développement économiques) et l'Agence internationale de l'énergie atomique viennent d'entreprendre conjointement un Projet d'évaluation des ressources internationales en uranium.

En ce qui concerne l'enrichissement de l'uranium, URENCO, EURODIF/COREDIF et l'URSS ont pris pied sur le marché, et les Etats-Unis ont récemment annoncé leur intention de reprendre leur ancien rôle de gros fournisseur. La capacité de satisfaire à la demande relève donc davantage de politiques que des connaissances techniques existantes. De nouvelles techniques sont peut-être réalisables, mais on évalue à une quinzaine d'années le temps qu'il faudrait pour introduire, à l'échelle industrielle, une nouvelle technique d'enrichissement.

Le retraitement des combustibles à oxyde et à mélange d'oxydes à forte combustion pose des problèmes. La capacité actuelle est insuffisante parce qu'on a tardé à prendre les décisions politiques, et en raison des incertitudes économiques et des difficultés techniques de l'opération. Il y a donc eu une accumulation inattendue de combustible épuisé. On a besoin de nouveaux emplacements de stockage et l'on ne pense pas pouvoir liquider cet arriéré avant l'an 2000.

Le recyclage de l'uranium et du plutonium présente un grand intéret économique parce qu'il permettra de réduire les besoins en uranium naturel et en opérations d'enrichissement. Le plutonium utilisé dans les réacteurs surgénérateurs offre une importante source

supplémentaire d'énergie primaire, mais le retraitement préalable du combustible épuisé est absolument indispensable. En retardant le retraitement on retarde la possibilité d'employer du plutonium, ce qui peut rendre difficile le maintien des capacités industrielles nécessaires.

La politique du cycle du combustible

On a reconnu à la conférence que les politiques du cycle du combustible et les politiques d'exportation des pays fournisseurs étaient grosses de conséquences. Ce sont les politiques d'extraction et d'exportation des pays exportateurs d'uranium qui décident si la demande d'uranium peut ou non être satisfaite. Les politiques d'exportation des pays fournisseurs de services d'enrichissement exercent une influence sur le choix dex types de réacteurs par les pays importateurs et sur leur rendement économique.

Peu de pays possèdent les ressources naturelles et le potentiel économique et industriel qui leur permettraient de créer une industrie du cycle du combustible nucléaire complète sur leur propre territoire. C'est pourquoi une coopération internationale s'impose particulièrement dans tous les aspects du cycle du combustible nucléaire. Les Etats-Unis ont annoncé à la conférence leur intention d'étudier avec d'autres pays la mise sur pied d'un programme international de recherche sur le cycle du combustible et de favoriser l'élaboration de politiques et de programmes nucléaires compatibles avec le principe de la non-prolifération.

Plusieurs pays ont déclaré que, manquant de sources d'énergie, ils avaient besoin de continuer à retraiter et à développer l'utilisation du plutonium pour les réacteurs surgénérateurs, ainsi que de recycler le plutonium et l'uranium des réacteurs thermiques. La conférence a reconnu l'importance de la non-prolifération des armes nucléaires. Pour atteindre cet objectif il faut: (i) que les pays exportateurs mettent sans difficulté leurs services du cycle du combustible à la disposition des pays importateurs; (ii) instituer et renforcer des garanties internationales appropriées; (iii) créer les centres régionaux du cycle du combustible qui ont fait l'objet d'une étude par l'AIEA. On a appelé l'attention sur l'expérience acquise par les entreprises multinationales d'enrichissement et de retraitement existantes en matière de non-prolifération, et sur le fait que l'utilisation du plutonium dans les réacteurs le rendait impropre à tous autres usages.

La nécessité d'une planification à long terme a été reconnue par tous. On a toutefois signalé que cette planification, effectuée par l'industrie du cycle du combustible nucléaire, par les compagnies d'électricité ou par les autorités nationales, ne sert pas à grand chose tant que les services essentiels relatifs au cycle du combustible dépendent des politiques d'exportation des pays fournisseurs en l'absence d'une garantie contre toute modification soudaine de ces politiques. Un des résultats obtenus par la conférence a été de contribuer à définir et à élucider les questions relatives au cycle du combustible nucléaire dans leurs contextes technique, national et international.

Choix de mémoires

1. U. Lantzke, "Offre et demande mondiales d'énergie et avenir de la production nucléo-énergétique", AIEA-CN-36/583.
2. V. Baum, "L'énergie dans les pays en développement: perspectives et problèmes", AIEA-CN-36/581.
3. W. Häfele, "Possibilités offertes à l'humanité en matière d'énergie, après la fin du siècle", AIEA-CN-36/538.
4. A.M. Petrosyants, "L'énergie d'origine nucléaire en URSS et son importance comme source d'énergie", AIEA-CN-36/590.

5. E.A. Wiggin, "Le rôle de l'énergie nucléaire face aux besoins futurs d'énergie des Etats-Unis", AIEA-CN-36/396.
6. J.S. Foster, S.H. Russel, "CANDU — Expérience canadienne et ce que l'on peut attendre du réacteur à eau lourde", AIEA-CN-36/179.
7. A.P. Alexandrov, N.A. Dollejal, "Développement des réacteurs à tubes de force au graphite et à l'uranium en URSS", AIEA-CN-36/586.
8. R. Holzer et D. Knoedler, "Combustibles nucléaires des réacteurs à eau; techniques de production, expérience opérationnelle et objectifs de développement en République féderale d'Allemagne", AIEA-CN-36/103.
9. H. Albrecht et autres, "Comportement des éléments combustibles des réacteurs à eau légère en régime accidentel", AIEA-CN-36/124.
10. G.R. Fanjoy et A.S. Bain, "Combustible CANDU employé dans des réacteurs de puissance: quinze ans d'expérience", AIEA-CN-36/184.
11. D.O. Pickman et G.H. Inglis, "Performance, sûreté et fiabilité du combustible pour réacteurs à eau lourde producteurs de vapeur", AIEA-CN-36/63.
12. J. Couture et autres, "Conception, construction, exploitation et entretien des usines de retraitement — expérience acquise", AIEA-CN-36/224.
13. W. Schueller et autres, "Le retraitement du combustible et le traitement des déchets au Centre d'études nucléaires de Karlsruhe", AIEA-CN-36/571.
14. M.A. Demyanovich et autres, "Problèmes posés par le retraitement du combustible des réacteurs à neutrons rapides", AIEA-CN-36/318.
15. J. van Dievoet et autres, "Utilisation du plutonium — situation actuelle et perspectives", AIEA-CN-36/477.
16. G.K. Rossney, "Retraitement du combustible: état actuel et perspectives", AIEA-CN-36/56.
17. E.R. Merz, "Le cycle du combustible au thorium", AIEA-CN-36/96.
18. W. Häussermann et autres, "Estimations relatives à l'offre et à la demande pour le cycle du combustible nucléaire", AIEA-CN-36/493.
19. A. Giraud, "Le cycle du combustible nucléaire: ombres et lumières", AIEA-CN-36/220.
20. J. Kostuik, "Incidences de considérations industrielles et commerciales sur l'approvisionnement future en uranium", AIEA-CN-36/55.
21. R.W. Manderbach, "Financement du cycle du combustible, capitaux nécessaires et sources de financement", AIEA-CN-36/514.