L'énergie d'origine nucléaire dans les pays en développement

En mars 1977, cinq pays en développement seulement (Argentine, Bulgarie, Inde, Pakistan, Tchécoslovaquie) possédaient des centrales nucléaires. Leur production globale nette était d'environ 2000 MW(e) (2 GW(e)).

Toutefois, ces pays et onze autres pays en développement ont d'autres réacteurs nucléaires en construction, ou qui doivent leur être livrés ou être mis en service d'ici à 1985. S'ils sont construits aux dates prévues, ces réacteurs porteront à 30 GW(e) la puissance totale installée des pays en développement. Cette volonté de s'équiper rapidement pour la production d'énergie nucléo-électrique qui va bientôt se concrétiser est certes importante puisqu'elle assurera une production d'électricité équivalant à 300 millions de barils (43 millions de tonnes) de pétrole par an. Mais elle ne représentera que 9% de la puissance nucléaire installée dans le monde en 1985.

En raison de la récession économique de 1974–1975 et d'autres facteurs qui pourraient freiner la demande future d'énergie, d'électricité et d'énergie d'origine nucléaire, les prévisions actuelles relatives à la croissance de l'énergie d'origine nucléaire dans le monde en développement sont en retrait d'environ 50% sur la demande potentielle de centrales sur le marché, telle qu'elle était prévue en 1974 [1].

On trouvera au tableau 1 des prévisions relatives à la croissance de l'énergie d'origine nucléaire, établies par l'AIEA, qui figuraient dans un document distribué à la conférence [2]. Il s'y trouve aussi des chiffres relatifs aux pays industrialisés, pour lesquels on s'est fondé sur des données provenant de l'OCDE et d'autres sources. On voit que la part des pays en développement dans la production d'énergie d'origine nucléaire passera de 5% en 1980 à 20% en l'an 2000.

FACTEURS QUI INFLUENT SUR LA CROISSANCE DE L'ENERGIE D'ORIGINE NUCLEAIRE

On pense que l'énergie d'origine nucléaire apportera de grands avantages aux pays en développement dans leur ensemble mais il faudra pour cela que les pays fournisseurs et les pays bénéficiaires coopèrent pour résoudre les problèmes qui risqueraient de freiner sa croissance. De nombreuses études présentées à la conférence ont montré que les pays en développement auront en effet besoin de moyens de financement (en particulier des devises), de personnel compétent, d'une infrastructure industrielle et d'ingénierie suffisante, d'un marché nucléaire libre et ouvert, de l'accès aux techniques de pointe, de constructeurs de centrales nucléaires de la taille requise, et d'un approvisionnement et de services assurés pour le combustible nucléaire et le cycle du combustible. De nombreux mémoires ont souligné le rôle important que l'Agence devrait jouer en vue d'aider les Etats Membres en développement à surmonter ces obstacles.

L'énumération des nombreux facteurs qui risquent d'empêcher ou de retarder l'adoption de l'énergie d'origine nucléaire tend à donner l'impression qu'il sera très difficile d'accroître la capacité de production dont dispose actuellement le tiers monde. Pourtant, les mémoires présentés à la conférence par des pays qui ont déjà passé par les différentes phases de la planification et de la mise en œuvre de projets nucléo-énergétiques sont tout à fait encourageants, car ils montrent que les programmes nucléaires de ces pays sont parvenus à un haut degré de maturité et bénéficient d'un appui local de plus en plus important. Il est

Tableau 1

Croissance de la production d'énergie nucléo-électrique, en GW(e); prévisions de l'AIEA

REGION	MARS 1977 effective	1980 min.	1980 max.	1985 min.	1985 max.	1990 min.	1990 max.	1995 min.	1995 max.	2000 min.	2000 max.
AMERIQUE LATINE[1]	0,3	1	2	4	6	15	27	39	66	85	132
AFRIQUE, MOYEN-ORIENT[2]				0	2	3	9	10	18	20	34
ASIE, EXTREME-ORIENT[3]	0,7	4	5	12	15	29	48	60	91	98	139
EUROPE DE L'EST[4]	1,0	2	5	10	16	29	41	53	78	84	120
AUTRES PAYS EN DEVELOPPEMENT[5]				0	1	2	4	4	6	8	12
TOTAL PARTIEL	2,0	7	13	26	40	78	129	166	259	293	437
PAYS INDUSTRIALISES[6]	84,0	155	194	279	420	480	780	770	1260	1110	1790
TOTAL MONDIAL[7]	86,0	162	207	305	460	558	909	936	1519	1403	2227
PAYS EN DEVELOPPEMENT (en pourcentage du total)	3	5		9		14		18		20	

[1] Argentine, Brésil, Chili, Colombie, Cuba, Mexique, Pérou, Uruguay, Venezuela
[2] Algérie, Arabie Saoudite, Egypte, Irak, Israël, Koweït, Nigeria
[3] Bangladesh, Corée, Hong-Kong, Inde, Indonésie, Iran, Malaysia, Pakistan, Philippines, Singapour, Taïwan, Thaïlande
[4] Bulgarie, Hongrie, Pologne, Roumanie, Tchécoslovaquie, Yougoslavie
[5] Grèce, Turquie
[6] Y compris l'URSS et la République démocratique allemande
[7] Chine continentale non comprise.

donc évident que des solutions existent bien et que les obstacles de toutes sortes peuvent être surmontés, même si l'effort à fournir est considérable.

PROGRAMMES NUCLEAIRES DE DIVERS PAYS

La conférence a permis d'obtenir un très grand nombre de données sur les programmes nucléo-énergétiques de divers pays en développement. Nous en donnerons ci-dessous une brève description.

Brésil

En commençant avec la centrale nucléaire de 626 MW(e) que l'on construit à Angra dos Reis et qui sera mise en service en 1979, le Brésil prévoit de porter sa production d'énergie nucléo-électrique à environ 10 000 MW en 1990 et à 75 000 MW en l'an 2000. Si ce programme se réalise, la puissance installée sera à ce moment-là de 90 GW(e) pour les centrales hydro-électriques, 75 GW(e) pour les centrales nucléaires et 20 GW(e) pour les centrales thermiques, soit une production d'électricité de respectivement 355 TWh, 460 TWh et 50 TWh.

Afin de mettre en œuvre ce programme, le Brésil a créé avec la République fédérale d'Allemagne plusieurs entreprises communes pour la construction de réacteurs, la prospection de l'uranium et la production du combustible. Le Brésil espère être dans une quinzaine d'années complètement indépendant en ce qui concerne la fabrication des réacteurs et le cycle du combustible [3].

Egypte

L'Egypte est un pays en développement dont l'expansion démographique est rapide, où la demande d'énergie ne cesse de croître, et qui possède relativement trop peu de sources d'énergie locales pour la satisfaire. L'énergie d'origine nucléaire est donc appelée à jouer un rôle important dans ce pays. Actuellement, la puissance installée du système interconnecté (4000 MW(e)) semble importante par rapport à la demande maximale de 1976, qui a été de 2050 MW(e); cependant, au moment de l'étiage, la puissance du barrage d'Assovan diminue de 1000 MW(e), ce qui réduit considérablement la marge de réserve. l'Egypte aura besoin d'une puissance installée suplémentaire d'origine thermique dès 1977. En l'absence d'autres sources d'énergie exploitables, la demande future d'électricité sera couverte par les centrales nucléaires et les centrales alimentées au pétrole ou au gaz.

Au cours de la période 1975–1977, la consommation d'électricité devrait augmenter de 25% par an à la suite du raccordement au réseau de plusieurs complexes industriels (usine d'engrais, raffinerie de pétrole, aciéries et usines pour la fabrication de l'aluminium). Mais à partir de 1977 et jusqu'en l'an 2000, le taux de croissance de la demande d'électricité devrait être de l'ordre de 9% par an. Pour couvrir ces besoins, les programmes prévoient la construction d'ici à 1985 de deux centrales nucléaires de 600 MW et, en outre, l'installation de centrales thermiques pour une capacité de 2000 MW. Entre 1986 et l'an 2000, des centrales nucléaires d'une puissance de 5400 MW et des centrales thermiques d'une capacité globale de 5000 MW pourraient être ajoutées au système.

La première mesure prise pour la mise en œuvre de ce programme nucléaire a été l'achat à Westinghouse d'un réacteur à eau pressurisée de 600 MW. Ce réacteur devrait entrer en service d'ici à 1983 [4].

Hongrie

Actuellement, la Hongrie produit son électricité à partir du charbon (52%), des hydrocarbures (43%) et de l'énergie hydraulique (5%). On prévoit que la production d'électricité se développera au rythme de 7% par an jusqu'en l'an 2000, époque à laquelle elle atteindra $130–140 \times 10^9$ KWh et où l'on estime que la puissance installée sera de 25,5 à 27,5 GW(e). La Hongrie souhaite pouvoir couvrir la demande future d'électricité sans dépendre autant

des hydrocarbures et en stabilisant à 30% la part du charbon dans la production d'énergie électrique. Par conséquent, l'énergie d'origine nucléaire est appelée à jouer un rôle important dans l'avenir de la Hongrie. La première centrale de 4 X 400 MW(e) commencera à fonctionner en 1980–84 et sera suivie par une deuxième série de centrales nucléaires de 2 X 1000 MW(e) de 1986 à 1990. D'ici à l'an 2000, la Hongrie espère disposer d'une puissance nucléaire installée de 12–14 GW(e). A ce moment là, la production d'électricité se ventilera probablement comme suit: 31,5% pour le charbon; 13% pour les hydrocarbures; 48% pour l'énergie d'origine nucléaire, et 7,5% pour l'énergie hydraulique et les turbines à gaz. L'électricité représentera alors 58% de l'énergie totale consommée [5].

Inde

L'Inde est l'un des pays qui possèdent les plus grandes réserves de thorium; elle a aussi de l'uranium, mais en quantités assez modestes. Cela explique que la stratégie de son développement nucléaire ait été fondée dans une première phase sur l'emploi de réacteurs à uranium naturel, puis, dans une deuxième phase, sur celui de réacteurs surgénérateurs rapides utilisant le plutonium extrait du combustible irradié. La couche fertile des réacteurs surgénérateurs rapides contiendrait soit de l'U-238, soit du thorium, l'objectif ultime étant la construction de réacteurs reposant sur le cycle U-233-thorium. Les autorités compétentes estiment qu'environ 5000 à 8000 MW(e) pourront être produits avec les réacteurs de la première phase à l'aide des ressources en uranium naturel dont le pays dispose. L'Inde compte actuellement que sa puissance nucléaire installée sera de 6000 MW en 1990, dont 1000 MW pour les réacteurs rapides, et de 20 000 MW en l'an 2000, dont 5000 à 7000 MW pour les réacteurs surgénérateurs rapides.

A la différence de ce qui se passe dans d'autres pays, l'Inde continue à construire des unités d'une puissance de 200 à 250 MW(e) dans lesquelles le coût de la puissance installée, eau lourde comprise, est d'environ 700 dollars par kW. Même dans le cas des projets dont l'achèvement est prévu pour 1984–85, les coûts estimatifs sont inférieurs à 1000 dollars par kW [6].

Indonésie

L'Indonésie est un pays en développement bien doté en ressources naturelles. Les réserves exploitables sont évaluées à $15–17 \times 10^9$ barils de pétrole, $0{,}8 \times 10^{12}$ mètres cubes de gaz et 10×10^9 tonnes de charbon. Il ressort d'une étude récente pour la planification de la production d'énergie nucléo-électrique que la solution la plus économique au cours de la période 1980–1985 serait la construction de centrales au charbon; cependant, l'énergie hydroélectrique, les centrales alimentées au mazout, les turbines à gaz et les groupes électrogènes continueront à tenir une place importante dans la production d'électricité jusqu'en 1985. L'énergie d'origine nucléaire ne jouera un rôle qu'après cette date. Une étude de factibilité sera prochainement faite pour déterminer la date exacte de construction de la première centrale nucléaire [7].

Pakistan

On prévoit pour la population, la consommation privée d'énergie et la production d'électricité jusqu'en l'an 2000 des taux de croissance de respectivement 3%, 5,2% et 10%. Par conséquent, en l'an 2000, la population devrait donc être de 150 millions, la consommation d'énergie de 107×10^6 TEC ($3{,}15 \times 10^{18}$J) et la production d'électricité d'environ 120 TWh. Le Pakistan devra donc recourir à toutes ses ressources hydrauliques économiquement exploitables, utiliser le charbon et le gaz naturel locaux et se servir de l'énergie d'origine nucléaire. Des études pour la planification du système de production de l'énergie ont montré que le programme d'expansion économiquement le plus rationnel devrait prévoir une capacité installée de 4800 MW d'ici à 1990, et de 16 000 MW environ d'ici à l'an 2000, ce dernier chiffre s'ajoutant aux 8000 MW produits à l'aide du gaz. La première centrale nucléaire de 600 MW, que l'on construit à Chashma, devrait entrer en service à la fin de 1983. Toutefois, le Pakistan ne pourra réaliser ce programme que s'il

dispose des moyens financiers et du personnel compétent nécessaire et s'il arrive à se doter de l'infrastructure industrielle et des moyens d'ingénierie indispensables à son exécution [8].

Philippines

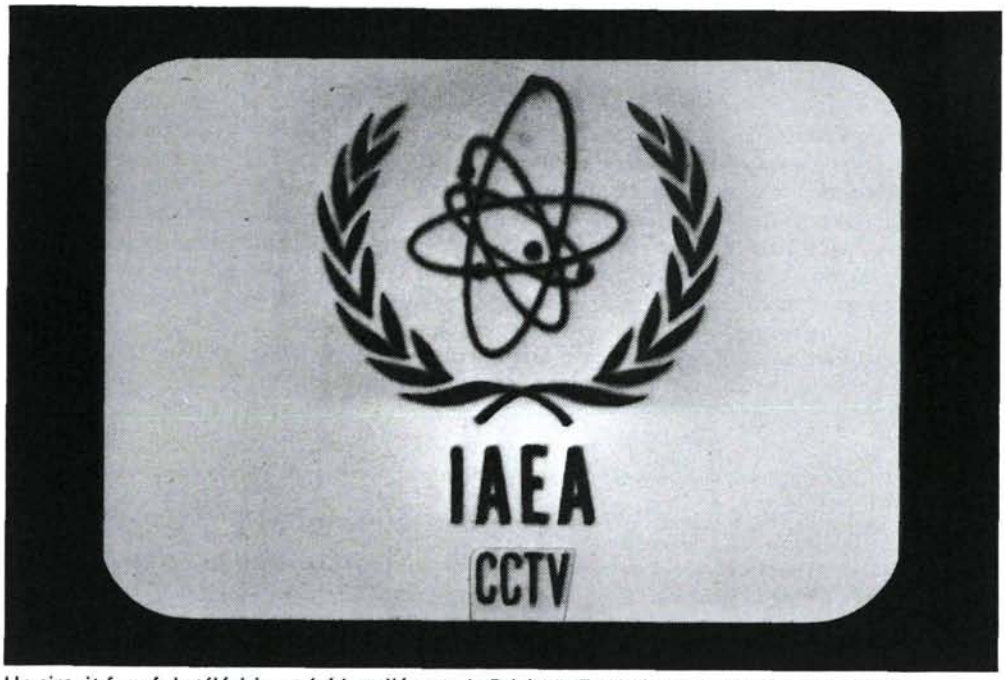
De nombreuses études de planification et de factibilité ayant trait au développement de l'énergie d'origine nucléaire, exécutées au cours de la période 1964—1972, ont abouti à la décision de construire un réacteur à eau pressurisée de 600 MW(e) qui sera exploité à partir de 1982. La construction de ce réacteur devait être suivie d'une série d'installations du même type, mais la hausse brutale des prix du pétrole à la fin de 1973 a porté un coup rude à l'économie nationale. Le Gouvernement a dû prendre des mesures pour conserver l'énergie et a mis l'accent sur la mise en valeur de l'énergie hydraulique et de l'énergie géothermique. Le dernier plan énergétique, établi en septembre 1976, prévoit un effort beaucoup moindre en faveur de l'énergie d'origine nucléaire (3900 MW(e) en l'an 2000). Ceci représente environ 25% de la capacité totale du réseau de Luzon [9].

Références

[1] AIEA "Etude du marché de l'énergie d'origine nucléaire dans les pays en voie de développement — Edition de 1974".
[2] J.A. Lane et ses collaborateurs, "L'énergie d'origine nucléaire dans les Etats Membres en voie de développement", IAEA-CN-36/500.
[3] A. Barbalho, "Planification de la participation nucléaire au programme énergétique du Brésil", IAEA-CN-36/421.
[4] K.E.A. Effat et ses collaborateurs, "Prévisions relatives au rôle de l'énergie d'origine nucléaire en Egypte et problèmes rencontrés dans l'exécution du premier projet de centrale", IAEA-CN-36/574.
[5] M. Ocsai et ses collaborateurs, "Développement du programme nucléaire national et préparation à la mise en application de l'énergie atomique en Hongrie", IAEA-CN-36/420.
[6] H.N. Sethna et M.R. Srinivasan, "Le programme de la puissance nucléaire et les contraintes rencontrées dans son introduction", IAEA-CN-36/385.
[7] J. Iljas et I. Subki "Les perspectives de l'énergie nucléaire dans un pays producteur de pétrole et de charbon", IAEA-CN-36/175.
[8] M. Shafique et M. Ahmad, "Elaboration d'un plan national d'équipement nucléo-énergétique — Limitations pouvant influer sur le calendrier et la mise en œuvre", IAEA-CN-546.
[9] L.D. Ibe et C.R. Aleta, "Perspectives et problèmes de l'énergie nucléaire dans les Philippines", IAEA-CN-36/364.

Choix de mémoires

1. W.J. Schmidt-Küster, "Le programme énergétique et l'énergie nucléaire en République fédérale d'Allemagne", IAEA-CN-36/92.
2. M. Boiteux, "Le programme nucléo-électrique français", IAEA-CN-36/217.
3. R.W. Fri, "Prévisions et plans nationaux dans le domaine de l'énergie aux Etats-Unis", IAEA-CN-36/397.
4. I. Spiewak et al., "Etudes techniques et économiques de petits réacteurs fournissant de l'électricité et de la vapeur", IAEA-CN-36/398.
5. J. Adar et al., "Possibilités de couplage, à court terme, de réacteurs nucléaires avec des unités de dessalement d'eau de mer", IAEA-CN-36/52.
6. W.D. Crawford, "Les systèmes de réacteurs à eau légère aux Etats-Unis et leurs cycles du combustible", IAEA-CN-36/566.
7. A.P. Alexandrov et al., "Développement des réacteurs à tubes de force au graphite et à l'uranium en URSS", IAEA-CN-36/586.
8. J.J. Went, "Les surgénérateurs thermiques: état des études et perspectives", IAEA-CN-36/302.
9. L.F.C. Reichle, "Réacteurs à sels fondus (convertisseurs et surgénérateurs) dans les centrales industrielles", IAEA-CN-36/424.
10. P.H. Margen et al., "Utilisation des rejets thermiques des réacteurs et réacteurs pour le chauffage urbain", IAEA-CN-36/275.
11. B.B. Baturov, "Surchauffe nucléaire de la vapeur — Bilan et perspectives", IAEA-CN-36/325.



Un circuit fermé de télévision a été installé entre le Palais du Festival et le Palais des Congrès pour permettre aux participants se trouvant dans l'un des deux édifices d'assister aux séances qui se déroulaient dans l'autre.

Le personnel de la conférence a assisté les participants pendant les sessions et enregistré les discours prononcés.

M. Ivan S. Jeloudev,
Directeur général adjoint du
Département des opérations techniques
de l'AIEA,
a dirigé le secrétariat technique
de la conférence.

M. Alvin M. Weinberg, de
l'Institute for Energy Analysis, Oak Ridge
Associated Universities (Etats-Unis),
a fait une conférence intitulée "L'énergie
nucléaire en est à un tournant".

M. M.F. Troïanov, de l'Institut de
physique et d'énergétique relevant du
Comité d'Etat de l'URSS pour
l'utilisation de l'énergie atomique,
a également fait une conférence où
il a décrit le réacteur sur-
générateur BN-350 de Chevtchenko
utilisé pour la production de courant
électrique et pour l'alimentation
en vapeur d'une usine de dessalement
de l'eau.