

## L'ENERGIE NUCLEAIRE POUR LA PRODUCTION D'EAU DOUCE

Les vastes programmes relatifs au dessalement de l'eau au moyen de l'énergie nucléaire, entrepris à grands frais par certains pays industrialisés, et le vif intérêt manifesté à ce sujet par les pays en voie de développement confèrent une importance particulière au rôle joué par une organisation internationale. Afin de permettre à ses Etats Membres de se tenir au courant des progrès dans ce domaine, l'Agence a participé à une série d'études et a réuni des groupes d'experts à intervalles réguliers depuis mars 1963.

Les conditions de travail actuelles rappellent celles qui régnaient peu après 1950 lorsqu'on étudiait le prix de revient de l'énergie d'origine nucléaire: optimisme quant au résultat final; manque de données pratiques. En effet, il n'y a pas encore d'installation nucléaire de dessalement en service; mais cela ne saurait tarder.

Une usine est en construction en Union soviétique, au bord de la mer Caspienne; elle aura une puissance de 150 MWe et une capacité de production de 120 000 mètres cubes d'eau douce par jour. Elle sera équipée d'un réacteur surgénérateur et sera mise en service en 1968/69.

---

Signature de l'accord tripartite entre l'AIEA, les Etats-Unis et le Mexique concernant une entreprise commune de dessalement au moyen de l'énergie nucléaire. MM. S. Eklund (Directeur général de l'AIEA), H. Margain (Ambassadeur du Mexique aux Etats-Unis), G. Seaborg (Président de la C.E.A.-E.-U.A.), le Président Johnson et (prenant la plume pour signer) M. N.C. Flores (Commission mexicaine de l'énergie nucléaire).  
(Prière mentionner photo U.P.I.)



On a fait une étude des possibilités d'une usine de dessalement en Californie; cette installation serait équipée de deux réacteurs à eau légère de 150 MWe nets chacun et produirait journalièrement 600 000 mètres cubes d'eau. Elle pourrait être mise en service avant 1970.

On a également effectué une étude détaillée de même nature au titre d'un projet commun Etats-Unis/Israël; l'usine pourrait être mise en service avant 1971. Avec un réacteur de 1 500 MWe, elle aurait une puissance nette de 200 MWe et une capacité de production journalière de 40 000 mètres cubes d'eau douce à des fins ménagères et agricoles.

La Tunisie a reçu des soumissions préliminaires pour une installation mixte d'une puissance nette de 50 MWe d'une capacité journalière de 20 000 mètres cubes d'eau à des fins industrielles et ménagères, dans la région de Gabès.

Les Etats-Unis envisagent un grand réacteur prototype de 1 000 MWt dont l'exploitation pourrait se révéler économique s'il était couplé à une usine de dessalement ayant une capacité de 200 000 mètres cubes d'eau par jour. Il n'existe pas encore d'usine de dessalement ayant une capacité comparable; or, ce type d'installation devrait permettre de réaliser des économies importantes.

Aux termes d'un accord conclu en octobre 1965 entre l'Agence, les Etats-Unis et le Mexique, un groupe d'étude sous la présidence de l'Agence fera une évaluation préliminaire d'une installation mixte qui produirait de l'eau et de l'électricité pour la Californie, la Basse-Californie et la Sonora (Mexique). Le groupe évaluera les avantages économiques d'installations de diverses dimensions, suivant la filière de réacteurs, le système de production d'énergie et la méthode de dessalement.

L'Agence a participé directement à plusieurs des évaluations ci-dessus et elle a établi quelques rapports\*. En outre, des Etats Membres l'aident à s'acquitter de son rôle d'organe de centralisation des renseignements. C'est ainsi qu'un accord de coopération en matière de dessalement, conclu entre les Etats-Unis et l'Union soviétique en novembre 1964, prévoit que «les Parties communiquent à l'AIEA des exemplaires des comptes rendus, rapports et autres documents qu'elles échangent et, le cas échéant, invitent des observateurs de l'AIEA aux colloques et réunions scientifiques».

## ROLE DE L'AIEA

Le groupe d'experts qui s'est réuni en avril 1965 a recommandé à l'Agence de poursuivre ses activités d'organe de centralisation et de coordination. Elle devrait faire largement appel au concours des Etats Membres en tirant profit au maximum des travaux exécutés dans le cadre de programmes nationaux. Elle devrait également s'efforcer d'obtenir toutes les données complémentaires qui lui sont nécessaires, par l'intermédiaire d'organisations

\* «Dessalement de l'eau au moyen d'énergie classique et d'énergie atomique», Collection Rapports techniques de l'AIEA, No 24, 1964; «Etude sur les possibilités d'utilisation d'un réacteur nucléaire pour l'industrialisation du Sud Tunisien», Collection Rapports techniques de l'AIEA, No 35, 1964.

nationales, et entreprendre éventuellement des études sur des problèmes déterminés. Le groupe a recommandé à l'Agence d'établir un rapport sur diverses méthodes de calcul des prix de revient, en montrant les incidences des différents modes de répartition des frais entre l'eau et l'électricité dans le cas des installations mixtes. Le groupe a également estimé que l'Agence devrait faire une étude continue des filières de réacteurs et de leur utilisation dans diverses conditions, en accordant une attention particulière aux procédés de distillation.

Tout cela témoigne d'un optimisme croissant et permet d'espérer le rassemblement de données sûres de plus en plus nombreuses. Toutefois, rien ne peut remplacer l'expérience pratique de l'exploitation d'une installation industrielle et les évaluations économiques doivent être faites avec circonspection. Dans ce domaine, le premier rôle revient aux ingénieurs des bureaux d'études. Plusieurs procédés de purification de l'eau qui semblent prometteurs ne sont encore appliqués que dans des usines pilotes; pour être couplées à des réacteurs de puissance dans des conditions économiques, les usines de dessalement devront avoir une capacité plusieurs fois supérieure à celle des plus grandes installations actuellement en service. On doit donc établir les premières estimations à partir des données relativement sûres qui concernent les filières ayant fait leurs preuves et les installations que l'on construira vraisemblablement dans le proche avenir à l'échelle industrielle. En conséquence, les considérations ci-après visent uniquement le rôle éventuel des réacteurs comme sources de chaleur pour le dessalement de l'eau par distillation ou par évaporation. Ceci ne témoigne nullement de doutes quant à l'avenir d'autres procédés tels que la congélation, la compression de vapeur, l'électrodialyse et l'osmose\*\*.

On peut commencer à établir une comparaison approximative entre les installations nucléaires et les installations classiques pour la production de chaleur en évaluant le prix de revient de la vapeur produite (dans des conditions identiques de distribution). Cela ne constitue évidemment qu'une première approximation, car dans la pratique il faudra tenir compte d'autres variables tout aussi importantes. En outre, dans les installations mixtes, le prix de revient de la vapeur peut très bien ne plus correspondre au prix de revient de la chaleur destinée à l'usine de dessalement de l'eau, étant donné les difficultés de répartition des frais entre l'eau et l'électricité produite. Toutefois, il semble qu'il y ait des seuils de compétitivité entre les réacteurs à eau légère de 300 MWt à 1600 MWt et les usines à combustible fossile. Le premier chiffre suppose un coût du combustible fossile de 35 cents par million de BTU de chaleur produite et 7% de charges fixes; le second chiffre suppose 25 cents par million de BTU et 14% de charges fixes. La comparaison ne porte que sur les réacteurs à eau légère de manière à pouvoir étendre la compétitivité aux installations les plus petites possible.

Les perspectives à long terme doivent tenir compte de l'évolution du coût du combustible nucléaire. Rien ne permet d'envisager une pénurie de

\*\* Dans l'électrodialyse, les sels dissous sont séparés, sous l'influence d'un courant électrique, au moyen de membranes semi-perméables. L'osmose est le déplacement qui s'opère entre deux liquides de concentrations différentes à travers une membrane semi-perméable.

minéral d'uranium dans les années à venir, mais il faudra graduellement exploiter des gisements moins riches, ce qui augmentera les frais. En revanche, la fabrication des éléments combustibles et le traitement du combustible irradié commencent seulement à tirer profit de la normalisation, de la production industrielle et de l'automatisation. Le développement accéléré de réacteurs surgénérateurs alimentés au plutonium assurera vraisemblablement une valeur considérable à cet élément. En même temps, l'utilisation beaucoup plus efficace du combustible dans la prochaine génération de réacteurs - tant convertisseurs que surgénérateurs - allégera fortement la demande. Pour les réacteurs de types éprouvés, le coût du combustible ne sera probablement jamais supérieur, au cours de leur durée de vie utile, aux prévisions établies pour les premières années d'exploitation.

## ECONOMIES EN FONCTION DE LA TAILLE

Les évaluations fondées sur les filières actuelles de réacteurs tiennent compte de deux facteurs qui ont d'ailleurs des points communs: augmentation de la puissance et mise au point de réacteurs à basse température convenant particulièrement bien au dessalement de l'eau.

Il est hors de doute que, pour les installations nucléaires, les dépenses d'investissement par mégawatt installé continuent de décroître à mesure que la puissance augmente, bien au-delà du point où elles deviennent pratiquement constantes dans le cas des installations classiques. Il ne semble pas y avoir d'obstacle technique insurmontable à la réalisation de réacteurs de 10 000 MWt et plus, tout au moins pour certaines filières. Pour ce qui est de la suggestion selon laquelle les réacteurs produisant de la vapeur à faible pression pourraient offrir une solution attrayante, il faut noter que les principaux éléments du prix de revient des types de réacteurs éprouvés ne seraient pas sensiblement affectés par l'abaissement de la température, alors que l'on se heurterait à de graves problèmes pour les échangeurs de chaleur. En fait, il semble que dans le choix des réacteurs devant fournir de la chaleur pour le dessalement, on se fondera sur les progrès accomplis ou prévus en ce qui concerne les centrales nucléaires. Les avantages inhérents aux installations mixtes ne peuvent que confirmer cette considération.

La comparaison des résultats économiques de l'exploitation d'installations mixtes nucléaires et classiques ne permet que quelques considérations générales, étant donné que ces installations sont normalement conçues et exploitées en vue de produire principalement, soit de l'eau, soit de l'électricité, et que le rapport de production eau/électricité peut être très variable. Toutefois, il n'en demeure pas moins vrai que les économies permises par les grandes tailles militent en faveur des réacteurs pour les installations mixtes. Un autre avantage des usines nucléaires tient au large éventail des rapports eau/électricité qu'elles permettent, alors que les grandes usines mixtes à combustible fossile ne seront vraisemblablement économiques que pour des rapports eau/électricité relativement faibles.

L'évaluation du prix de revient de l'eau douce ne peut être faite et n'est donc valable que pour une usine donnée. Toutefois, pour évaluer le rôle éventuel de l'énergie nucléaire dans le dessalement de l'eau, il est

nécessaire d'avoir une certaine idée de l'ordre de grandeur du prix de revient de l'eau douce. Les prix de revient mentionnés dans les études sur des réacteurs éprouvés, couplés à des usines de dessalement dont la taille a été extrapolée, varient entre 7 et 14 cents le mètre cube. L'exploitation de réacteurs surgénérateurs permettra vraisemblablement d'abaisser considérablement ces chiffres.

## PERSPECTIVES

Pour le moment, les prévisions touchant le rôle de l'énergie nucléaire dans le dessalement doivent faire une distinction entre les périodes envisagées.

A court terme, il faut associer deux technologies en évolution rapide qui avaient jusqu'à présent des objectifs absolument distincts. Dans cette phase initiale, le dessalement ne pourra vraisemblablement être rentable que dans des cas déterminés de grave pénurie d'eau, la chaleur nucléaire n'étant compétitive que lorsqu'il est possible d'envisager des installations mixtes de taille assez considérable.

A moyen terme, l'effort de développement entrepris au cours de la phase initiale se traduira probablement par la construction d'une série de grandes installations mixtes où l'énergie nucléaire aura un rôle majeur du fait des économies permises par les grandes tailles et des caractéristiques économiques des réacteurs d'avant-garde.

A long terme, enfin, les procédés par évaporation et par distillation seront probablement complétés par d'autres procédés de dessalement de l'eau. En fait, il faudra qu'il en soit ainsi pour que le dessalement puisse efficacement contribuer au ravitaillement du monde en eau douce sans exercer un prélèvement excessif sur les ressources en combustibles fossiles et même en combustibles nucléaires. Un bref calcul montrerait qu'avec les rapports de production actuels - environ 6 litres d'eau par 1000 BTU de chaleur - et l'augmentation prévue de la demande d'eau dans le monde jusqu'à la fin du siècle, on ne pourrait faire face à une grande partie de la demande supplémentaire au moyen des procédés par distillation ou par évaporation qu'en consommant des quantités de combustible dépassant considérablement celles que l'on prévoit pour la production d'électricité.

Bien qu'il soit vain de supputer quel est celui des procédés prometteurs de dessalement actuellement à l'étude qui sera économiquement rentable, il est évident qu'ils seront tous de plus ou moins gros consommateurs d'énergie. Tout dépend donc de l'existence d'une source d'énergie à bas prix, qui ne peut être constituée que par les combustibles nucléaires.