

# LES PERSPECTIVES DE L'ENERGIE D'ORIGINE NUCLEAIRE AUX PHILIPPINES

Le rapport sur les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire aux Philippines, que l'AIEA a publié récemment, analyse les perspectives de l'implantation, vers la fin de la présente décennie, d'une centrale nucléaire de grande puissance dans le réseau électrique qui dessert la majeure partie de l'île de Luçon. D'après les conclusions du rapport, une telle centrale pourrait concurrencer une centrale classique de même puissance, compte tenu de sa période d'utilisation. En conséquence, on recommande certaines mesures que les autorités philippines pourront adopter si elles désirent étudier la question plus avant.

Le rapport fait suite à une demande d'assistance que le Gouvernement philippin avait adressée à l'Agence en janvier 1960 et qui avait trait à une étude sur l'évolution probable de l'énergie d'origine nucléaire dans ce pays pendant les dix années à venir. En octobre 1960, le Directeur général de l'AIEA a envoyé aux Philippines une mission composée de trois experts chargés de réunir la documentation nécessaire pour l'analyse en question. Outre un ingénieur du génie nucléaire et un spécialiste des questions énergétiques faisant partie du Secrétariat de l'Agence, la mission comprenait un spécialiste des ressources d'énergie, détaché par le Département des questions économiques et sociales de l'ONU.

## **Nécessité d'une grande centrale thermique à Luçon**

L'étude des perspectives de l'énergie d'origine nucléaire aux Philippines implique l'examen de deux questions essentielles. La première est celle de savoir si vers la fin de la présente décennie, la situation du réseau de distribution de Luçon sera telle que l'installation d'une grande centrale thermique pourra se justifier. La question a été ainsi formulée parce qu'on estime que, pendant cette période, des centrales nucléaires de grande puissance auraient de meilleures chances d'être rentables et concurrentielles. La seconde question, qui suppose une réponse affirmative à la première, est de savoir si cette centrale thermique devra être nucléaire ou classique.

Pour trouver une réponse à la première question, la mission a étudié les perspectives de développement de l'économie philippine, l'effet de ce développement sur la demande d'électricité, les ressources dont le pays dispose pour produire le courant nécessaire et les plans établis pour augmenter la capacité de production.

Un chapitre du rapport traite des récents progrès de l'économie philippine et des tendances probables au cours de la prochaine décennie. Il en ressort que si l'économie du pays a un caractère essentiellement agricole, l'industrialisation ne s'en poursuit pas moins à un rythme assez rapide. On en conclut qu'en dépit de certaines difficultés, auxquelles on se heurte d'ailleurs dans tous les pays sous-développés, les perspectives d'expansion de l'économie philippine sont, dans l'ensemble, encourageantes. Au cours des dix prochaines années, il devrait être possible de maintenir, pour le produit national net, le taux annuel d'augmentation de 6 % qui avait été enregistré pendant la décennie 1949-1959 (soit un accroissement annuel d'environ 2,5 % par habitant) et d'accélérer les changements de structure qui se dessinent dans l'économie philippine et qui résultent de la diversification et de l'expansion des industries nationales.

On sait qu'il existe un rapport entre le développement économique et la demande d'énergie électrique; l'expérience des Philippines confirme entièrement l'existence de ce lien. Le chapitre du rapport qui traite de l'offre et de la demande d'énergie électrique à Luçon signale que les ventes de courant électrique dans le réseau de Luçon augmentent tous les ans de plus de 15 %. De 1954 à 1960, la charge de pointe de la centrale de la Manila Electric Company, principal distributeur de courant du réseau, a plus que doublé.

Les estimations que les autorités philippines ont établies jusqu'en 1970 prévoient que le rythme de développement diminuera quelque peu et que le taux moyen de croissance annuel s'établira à 11,7 % pour les ventes et à 12,4 % pour la demande de pointe. Néanmoins, les fournisseurs de courant électrique ont beaucoup de difficultés à faire face à ces accroissements. D'ailleurs, le rapport de l'AIEA, tout en retenant les prévisions de demande pour les utiliser ensuite dans l'analyse, indique diverses raisons pour lesquelles les estimations devraient être considérées comme "vraiment prudentes".

Pour répondre à l'accroissement prévu de la demande, les autorités philippines se proposent d'augmenter progressivement la capacité pendant les dix années se terminant le 31 décembre 1970, pour la porter finalement à 788 MW. Pour les divers types de centrales, la puissance installée à la fin de 1960 et les augmentations envisagées se présentent comme suit (en mégawatts) :

	<u>Hydrau- liques</u>	<u>Thermiques</u>	<u>Total</u>
Au 31 décembre 1960	228	219	447
Augmentations	368	420	788
Au 31 décembre 1970	596	639	1 235

En conclusion, le rapport de l'Agence déclare que le programme de production est plutôt modeste; en effet, il y a lieu de prévoir qu'à diverses époques au cours de la décennie, la réserve de puissance installée sera insuffisante ou à peine suffisante pour faire face à la demande envisagée.

La nécessité d'augmenter dans une forte mesure la puissance thermique pour répondre à la demande accrue d'électricité, se trouve confirmée dans un chapitre consacré aux ressources énergétiques des Philippines. On y signale qu'au cours de la période considérée, la possibilité de faire face à la demande supplémentaire grâce au recours à de nouvelles centrales hydrauliques sera limitée par plusieurs facteurs. L'un d'eux est le manque de données sur le régime des cours d'eau, lacune qu'on ne parviendra pas à combler avant un certain nombre d'années. Un autre est le faible facteur d'utilisation des centrales hydrauliques, qui s'explique par les grandes fluctuations saisonnières des précipitations à Luçon et par l'insuffisance des réservoirs. Un troisième est le fait que la production de certaines centrales hydrauliques se trouve limitée en raison de leur affectation à divers usages. Dans le même chapitre, on souligne qu'étant donné la pénurie de ressources nationales ou, tout au moins, le manque de renseignements à leur sujet, les centrales thermiques alimentées au mazout importé ou au combustible nucléaire constituent le seul moyen de compléter la production des centrales hydrauliques pendant la présente décennie.

Le chapitre suivant, intitulé "Autres programmes de production d'énergie", étudie la question de savoir jusqu'à quel point le réseau de Luçon sera en mesure de comprendre une centrale thermique, au mazout ou nucléaire, d'une puissance telle que l'énergie d'origine nucléaire soit avantageuse. Les critères essentiels de cette analyse portent sur la possibilité d'exploiter la centrale en maintenant un facteur d'utilisation élevé, sans que les autres installations du réseau restent improductives, et sur le point de savoir si les normes minima admissibles en ce qui concerne les réserves et la sûreté de fonctionnement seraient respectées. On envisage deux formules différentes : une centrale comportant une seule génératrice de 150 MW, dont l'installation serait achevée avant le mois de juin 1967, et une centrale à deux génératrices de 100 MW, qui seraient mises en service respectivement en juin 1967 et en juin 1968.

Sur la base des bilans énergétiques, qui montrent les facteurs d'utilisation des diverses cen-

trales, et compte tenu des estimations de la demande de future, on conclut que l'exploitation de la centrale de 150 MW en régime normal (7 000 heures par an) restreindrait quelque peu, en 1967 et 1968, l'utilisation de deux centrales existantes, qui sont relativement efficaces; en outre, deux centrales thermiques prévues pour 1969 et 1970 devraient céder, pendant un an ou deux, une partie de leur charge à la centrale de 150 MW. En outre, cette centrale exigerait une puissance de réserve supérieure d'environ 50 MW au chiffre envisagé dans les plans actuels. On rappelle cependant que les prévisions de la demande semblent être très prudentes et on fait ressortir que si elles sont inférieures, ne serait-ce que de 5 %, à la demande réelle à partir de 1968, le facteur d'utilisation de l'ensemble des centrales du réseau serait satisfaisant.

D'après les bilans énergétiques, il ne semble pas qu'il y ait la moindre difficulté à incorporer au réseau la centrale composée de deux génératrices de 100 MW.

### **Choix entre une centrale nucléaire et une centrale au mazout**

Après avoir constaté que l'implantation dans le réseau de Luçon d'une grande centrale thermique pourrait être justifiée vers la fin de la présente décennie, le rapport de l'AIEA étudie la question de savoir s'il serait plus avantageux de construire une centrale nucléaire ou une centrale au mazout. Cette analyse commence par une étude de la tendance probable des prix des produits pétroliers aux Philippines d'ici à 1970 et même pendant la période correspondant à la durée de vie de la centrale.

Le rapport conclut qu'au cours de la présente décennie, une baisse du prix actuellement payé par la Manila Electric Company - qui, compte tenu de la nécessité d'un stockage suffisant, correspond à un coût de l'énergie de 41 cents par million de BTU (unité thermique britannique), déduction faite de toutes les redevances locales et de tous les transferts intérieurs - est fort peu probable, à moins que les sociétés pétrolières décident de tirer parti de la structure extrêmement souple du prix de revient des produits raffinés pour concurrencer l'énergie d'origine nucléaire en vendant le mazout avec un bénéfice moindre ou même à perte. Pour ce qui est de la période pendant laquelle la centrale thermique considérée serait en service, le rapport estime qu'une hausse du prix du mazout aux Philippines est fort probable étant donné l'accroissement de la consommation et l'augmentation du coût de la production.

Dans un autre chapitre, on arrive à la conclusion inverse en ce qui concerne le coût du combustible nucléaire; on estime, en effet, que pendant la période d'utilisation de toute centrale dont la construction serait achevée à l'approche de l'année 1970, le prix de ce combustible aurait tendance à baisser par suite d'une évolution favorable



Membres de la mission sur l'énergie d'origine nucléaire que l'AIEA a envoyée aux Philippines, alors qu'ils visitent la nouvelle centrale thermique (65 000 kW) de la Compagnie d'électricité de Manille, à Rockwell. De gauche à droite: MM. Perry D. Teitelbaum (AIEA), Joseph Barnea, Chef du Groupe de développement des ressources naturelles (ONU) et Munir Khan (AIEA) (photo USIS)

qui ne manquerait pas d'influencer plusieurs éléments du cycle de combustible nucléaire. Ainsi, on peut s'attendre à une baisse des prix de l'uranium enrichi et de l'uranium naturel à la faveur d'une demande accrue\*. D'autre part, du fait de l'expérience acquise et de l'augmentation de la production, on peut prévoir que les frais de fabrication des cartouches de combustible fléchiront à leur tour. On compte également sur un accroissement du taux de combustion avant le retrait des cartouches aux fins de recyclage. Enfin, on s'attend à une diminution des frais de traitement du combustible irradié.

On signale, d'autre part, que les constructeurs offrent maintenant des garanties stipulant un coût maximum du cycle de combustible pour n'importe quel type de réacteur qui fonctionnerait pendant la période considérée.

Partant des conclusions relatives aux futurs prix des combustibles, le rapport procède ensuite à une comparaison générale des frais de production qui seraient encourus, d'une part, dans une centrale au mazout et, d'autre part, dans une centrale nucléaire. Pour cette dernière, on considère qu'elle serait équipée d'un réacteur à eau bouillante, tout en soulignant que ce choix n'implique nullement qu'on donne à ce type de réacteur la préférence sur plusieurs autres types dont les caractéristiques techniques conviendraient tout aussi bien aux Philippines.

\* Ainsi qu'il ressort d'un appendice au rapport, cette prévision s'est trouvée confirmée après la rédaction du rapport proprement dit; en effet, la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis vient de réduire son prix de vente de l'uranium enrichi.

On ajoute d'ailleurs que s'il était procédé à une étude analogue pour les autres types mentionnés, notamment les modèles perfectionnés (refroidis au gaz et à eau sous pression), les frais de production pour des génératrices de 100 à 200 MW ne différaient sans doute pas sensiblement de ceux que l'on obtient pour le réacteur à eau bouillante.

Dans la comparaison du prix de revient, on table - tant pour la centrale nucléaire que pour la centrale au mazout - sur un facteur d'utilisation de 80 % et une durée de vie économique de 25 ans. Dans les deux cas, les dépenses d'investissement présument l'emploi de matériel en provenance des Etats-Unis; on fait cependant remarquer que, dans l'un et l'autre cas, des appels d'offres sur le plan international pourraient donner lieu à des prix inférieurs.

Les dépenses d'investissement pour des centrales au mazout ont été calculées sur la base des chiffres fournis par la société qui a construit la plus grande centrale thermique des Philippines. A défaut de données précises sur les prix du mazout à longue échéance, on a retenu plusieurs prix correspondant à des coûts de l'énergie de 35, 40 et 45 cents par million de BTU.

Dans le cas des centrales nucléaires, les estimations ont pour base des renseignements obtenus de divers Etats Membres en réponse à des demandes que l'Agence avait faites à cet effet. Le rapport précise cependant que le prix de revient définitif et exact ne saurait être déterminé qu'après réception d'offres stipulant des prix fixes et assorties de garanties touchant le rendement et le coût du cycle de combustible. On a fait une estimation du coût initial du combustible et de son coût moyen pour toute la période d'utilisation, en se fondant sur l'hypothèse que le coût du combustible nucléaire diminuera vraisemblablement au cours des 30 années à venir.

Les comparaisons du prix de revient portent sur des centrales de quatre puissances différentes: centrales comportant une génératrice de 100 MW, de 150 MW ou de 200 MW et centrales comportant deux génératrices de 100 MW. Ces comparaisons ont permis de dégager les conclusions suivantes:

1. Une centrale nucléaire équipée d'une seule génératrice de 100 MW ne peut être concurrentielle que si le prix moyen du mazout est d'au moins 45 cents par million de BTU.
2. Une centrale nucléaire équipée de deux génératrices de 100 MW ne semble avoir de bonnes chances d'être concurrentielle que si le prix moyen du mazout est d'au moins 40 cents par million de BTU.
3. Une centrale nucléaire équipée d'une génératrice de 150 MW peut concurrencer une centrale au mazout si le prix moyen de ce dernier est d'environ 37 cents par million de BTU.

4. Une centrale nucléaire équipée d'une génératrice de 200 MW peut concurrencer une centrale au mazout si le prix moyen de ce dernier est égal ou supérieur à 35 cents par million de BTU.

En ce qui concerne le réseau de Luçon, il semble que, sous réserve des hypothèses formulées plus haut, des centrales nucléaires équipées d'une génératrice de 150 MW ou de deux génératrices de 100 MW peuvent concurrencer des centrales au mazout si le prix moyen de ce dernier pendant la durée d'utilisation de l'installation s'élève à 40 cents par million de BTU, soit 2,40 dollars le tonneau. Si le prix du mazout excède ce dernier chiffre, l'énergie d'origine nucléaire devient beaucoup plus intéressante. Par conséquent, comme le prix actuel du mazout est d'environ 38 cents par million de BTU, on peut en conclure que l'utilisation de l'énergie d'origine nucléaire dans le réseau de Luçon à l'approche de l'année 1970 mérite une étude très sérieuse.

A l'appui de cette conclusion, le rapport indique trois avantages supplémentaires de l'énergie d'origine nucléaire. Premièrement, elle permettrait au pays de ne plus être tributaire, pour l'approvisionnement de ses centrales thermiques, d'une seule et unique source de combustible : le pétrole. Deuxièmement, il se peut qu'à l'avenir le coût de l'énergie d'origine nucléaire se révèle plus stable que le prix de revient aux bornes des centrales au mazout, qui varie en fonction des fluctuations des prix du pétrole. Troisièmement, par le jeu de la concurrence, la construction d'une centrale nucléaire pourrait contribuer à enrayer une hausse des produits pétroliers.

## **Introduction de l'énergie d'origine nucléaire**

Le dernier chapitre du rapport décrit les mesures successives qu'il serait souhaitable de prendre en vue d'encourager le recours à l'énergie

d'origine nucléaire et, si une décision favorable était prise, pour procéder à l'installation d'une centrale nucléaire. On propose diverses mesures préliminaires, notamment l'adoption d'une législation sur des questions telles que la responsabilité civile et la sécurité des réacteurs. Il serait aussi fort opportun d'étudier plus à fond certains des problèmes dont le rapport de l'AIEA fait état, tels que les futurs besoins d'énergie, les programmes qui seraient nécessaires pour y faire face, d'autres comparaisons des avantages respectifs des centrales classiques et des centrales nucléaires et les procédures d'achat de combustible nucléaire. Il faudrait prendre des dispositions d'ordre administratif et financier pour la construction d'une centrale nucléaire, choisir un ou plusieurs sites et établir un cahier des charges en vue d'obtenir des soumissions pour des centrales nucléaires et des centrales au mazout. L'étape suivante, non moins importante, consisterait à solliciter des soumissions fermes, assorties de garanties appropriées. Etant donné que l'évaluation des offres poserait des problèmes complexes, il serait sans doute utile de faire appel à un groupe international d'experts.

Le rapport expose ensuite le rôle qui pourrait être dévolu à la Commission de l'énergie atomique des Philippines, aux principaux services d'intérêt public et aux autres groupements intéressés. Il insiste sur la nécessité d'une exploitation coordonnée des centrales hydrauliques et des centrales thermiques du réseau de Luçon.

Enfin, le rapport formule des suggestions quant à la formation du personnel d'une centrale nucléaire et énumère les types d'assistance que l'AIEA pourrait fournir : a) analyse détaillée des divers systèmes de réacteurs qui pourraient être employés aux Philippines ; b) mesures de santé et de sécurité ; c) élaboration de textes législatifs et de règlements ; d) établissement d'un cahier des charges pour une centrale nucléaire ; e) évaluation des offres soumises ; f) choix du site ; g) formation du personnel ; h) obtention du combustible et du financement à l'étranger.