

Le laboratoire a également commencé de donner une formation en cours d'emploi à des agronomes venus de plusieurs Etats Membres.

Services annexes

Le laboratoire possède une section d'électro-

nique, qui est surtout chargée de l'entretien du matériel. Elle a également fait quelques travaux de mise au point, notamment pour adapter du matériel normal à des fins spéciales.

Le laboratoire possède son atelier et sa bibliothèque.

LES PERSPECTIVES DE L'ENERGIE D'ORIGINE NUCLEAIRE AU PAKISTAN

Dans le cadre de son programme d'assistance pour le développement de l'énergie d'origine nucléaire, l'AIEA se charge d'étudier, sur demande, les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire dans tel ou tel Etat Membre. La première étude de ce genre, effectuée en Finlande, a donné lieu à la publication, en décembre 1960, d'un rapport sur "Les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire en Finlande". En août 1961, l'Agence a publié un rapport analogue sur "Les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire aux Philippines". Un troisième rapport, intitulé "Les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire au Pakistan", a été publié en juin 1962.

Le rapport sur le Pakistan faisait suite à une demande que le Gouvernement pakistanais avait adressée à l'Agence au début de 1961. Après une visite préliminaire qu'ont faite dans ce pays, en décembre 1961, le Directeur général adjoint chargé des opérations techniques et le Directeur de la Division des réacteurs, l'Agence a envoyé au Pakistan, en janvier 1962, une mission composée de trois fonctionnaires du Département des opérations techniques.

Les membres de la mission ont séjourné une quinzaine de jours au Pakistan, où ils ont eu des entretiens avec les fonctionnaires compétents du pays et inspecté personnellement les principales centrales existantes. Leur rapport est fondé sur les renseignements qu'ils ont recueillis au cours de ces visites et entretiens. Il tire également parti, dans une large mesure, de données chiffrées parues dans plusieurs rapports antérieurs que des consultants privés ont établis, à l'attention du Gouvernement pakistanais, sur divers aspects de la production d'énergie au Pakistan.

L'une des conclusions générales formulées dans le rapport de la mission est que la production d'énergie d'origine nucléaire doit être considérée comme "un des principaux moyens de satisfaire les besoins futurs du Pakistan en énergie". En effet,

les sources d'énergie classique dont le pays dispose - énergie hydroélectrique et combustibles fossiles - paraissent insuffisantes en soi pour couvrir à long terme la forte consommation individuelle d'électricité qui caractérise tout pays développé". C'est pourquoi le Pakistan devrait pouvoir compter sur une autre source d'énergie pour compléter les ressources existantes.

S'il est admis que l'énergie d'origine nucléaire semble être nécessaire au développement à long terme de la production et de la consommation d'énergie au Pakistan, il y aurait alors certains avantages, selon les auteurs du rapport, à entreprendre assez vite un projet de centrale nucléaire, même si "la première centrale nucléaire risque au début d'être économiquement moins intéressante qu'une centrale classique produisant la même quantité de courant". Un de ces avantages est l'effet favorable qui serait exercé sur la stabilité des prix des autres combustibles et qui résulte généralement de la diversification. En outre, "la construction de la première centrale nucléaire permettra aux Pakistanais d'acquérir l'expérience pratique nécessaire dans des domaines tels que : exploitation, entretien et sécurité des installations nucléaires, assurance et responsabilité civile, utilisation rationnelle des combustibles et formation du personnel technique. Grâce à cette expérience directe, le Pakistan sera en mesure de déterminer la cadence à laquelle devra se poursuivre la mise en oeuvre de son programme de production d'énergie d'origine nucléaire."

Pour établir une comparaison économique à court terme entre l'énergie d'origine nucléaire et les autres sources d'énergie, la mission s'est heurtée à un grand nombre d'inconnues ou d'éléments d'incertitude en ce qui concerne aussi bien l'offre que la demande d'énergie, ce qui a rendu cette comparaison particulièrement difficile. A propos de la demande d'énergie, on relève dans le rapport ce qui suit : "La planification du développement industriel entraîne l'élaboration de toute

une gamme de projets dont les dates et modalités d'exécution risquent évidemment de subir bien des modifications; il s'ensuit qu'en l'occurrence les prévisions concernant la consommation d'énergie varient dans des limites beaucoup plus larges que ce n'est d'ordinaire le cas dans les pays fortement industrialisés." Quant à la production d'énergie, le rapport constate "qu'une prospection intense pourrait amener la découverte de nouvelles ressources en combustibles, ce qui modifierait sensiblement la situation à court terme". On ne sait pas très bien non plus dans quelle mesure certains projets de développement de la production d'énergie qui sont actuellement à l'étude sont effectivement exécutés.

L'analyse comparée des aspects économiques de l'énergie d'origine nucléaire et de l'énergie classique a été faite séparément pour la région de Karachi, pour le Pakistan occidental et pour le Pakistan oriental, car les installations qui desservent ces trois régions constituent trois réseaux distincts, qui ne seront d'ailleurs probablement pas reliés l'un à l'autre dans un proche avenir.

Région de Karachi

Le rapport signale que les données disponibles au sujet des ressources et des besoins futurs en énergie sont moins incertaines dans le cas du réseau qui dessert Karachi et ses environs que pour les autres grands réseaux régionaux du pays. La région de Karachi semble en outre être celle qui se prêtera le mieux à l'introduction, dans un proche avenir, de l'énergie d'origine nucléaire.

La région de Karachi souffre d'une forte pénurie d'énergie et il est manifeste que si, comme on le prévoit, la consommation de pointe continue de monter rapidement, la capacité de production d'électricité devra être sensiblement augmentée. On envisage de mettre en service, en 1965, deux centrales au gaz de 66 MW, et il faudra sans doute installer plusieurs autres centrales thermiques d'une puissance au moins équivalente peu de temps après. Pour ces dernières, les auteurs du rapport font une analyse comparée du prix de revient des installations nucléaires et des installations classiques. Une centrale nucléaire de 132 MW, installée en 1967, pourrait concurrencer une centrale au gaz de puissance équivalente, si l'on table sur un taux d'intérêt de 4 % et sur une baisse progressive du coût des combustibles nucléaires pendant la durée d'exploitation des installations. D'autres comparaisons indiquent que le coût de l'énergie, produite par une centrale nucléaire de 66 MW, installée en 1967, serait légèrement supérieur à celui de l'énergie produite par une centrale au gaz de puissance équivalente, installée à la même époque, mais que si l'on retardait la construction de ces centrales de trois années, la centrale nucléaire de 66 MW pourrait pratiquement soutenir la concurrence, avec les mêmes hypothèses favorables que ci-dessus en ce qui concerne le taux d'intérêt et le coût des combustibles nucléaires.

Le rapport en question fait état de deux facteurs importants qui pourront intervenir pendant la période de fonctionnement des centrales achevées peu avant 1970 et qui jouent en faveur de l'introduction de l'énergie d'origine nucléaire dans le réseau de Karachi. Le premier est la possibilité que le réseau de la région de Karachi soit relié à celui du Pakistan occidental. Cette liaison entre les deux réseaux pourrait permettre de faire fonctionner les centrales thermiques à des coefficients de charge plus élevés, qui rendent le prix de revient de l'énergie d'origine nucléaire relativement plus intéressant. Le deuxième facteur à prendre en considération est le fait que la construction d'une centrale nucléaire au lieu d'une centrale fonctionnant au gaz naturel permettrait de réaliser des économies en retardant le moment où il faudrait aménager un nouveau pipe-line pour amener dans la région de Karachi des quantités accrues de gaz naturel afin de faire face à divers besoins industriels. Le rapport ajoute que Karachi, "important port de mer et principal centre industriel du Pakistan, possède les installations voulues pour prendre livraison et s'occuper de tout le matériel lourd et de l'équipement spécialisé qui seraient indispensables pour la construction d'une centrale nucléaire".

Pakistan occidental

A l'heure actuelle, le réseau de distribution d'énergie desservant une grande partie du nord et du centre du Pakistan occidental est alimenté avant tout par des centrales hydroélectriques. Les membres de la mission soulignent cependant dans leur rapport que pour faire face à l'augmentation probable de la consommation, il faudra accroître sensiblement la capacité des installations thermiques, du fait que les ressources hydrauliques sont limitées et qu'elles présentent en outre l'inconvénient d'être à leur minimum en hiver, au moment même de la charge de pointe.

Il est difficile d'évaluer pour l'instant les additions futures à la capacité de production, plusieurs éléments importants d'appréciation restant incertains. Il faudrait d'abord savoir dans quelle mesure un programme décennal d'assèchement d'une zone d'environ 12 millions d'hectares sera effectivement mené à bien. Si le programme est exécuté intégralement, la demande d'énergie pour les puits et les stations de pompage atteindra environ 800 MW.

Un deuxième élément d'incertitude est la puissance qui sera effectivement installée dans le cadre d'un grand projet hydroélectrique (projet de Mangla) qui devrait être terminé en 1968. Selon une proposition, en effet, la puissance installée serait de 300 MW, et selon une autre de 900 MW. Si c'est la première qui est adoptée, il faudra accroître d'ici 1970 la capacité des installations thermiques. L'un des consultants du Gouvernement pakistanais estime en outre que, dans ces conditions, les installations thermiques pourraient fonctionner à des

coefficients de charge suffisamment élevés pour que les centrales nucléaires deviennent économiquement compétitives. En effet, les dépenses d'investissement pour la construction d'une centrale au gaz dans cette région seraient sensiblement accrues par la nécessité d'aménager des pipe-lines pour l'acheminement du gaz naturel. La règle habituelle selon laquelle les centrales nucléaires nécessitent des investissements sensiblement plus élevés que les centrales classiques n'est donc pas vraie dans le présent cas.

Au contraire, s'il y avait à Mangla une puissance installée de 900 MW, les centrales thermiques serviraient alors surtout, pendant quelque temps, à assurer la charge de pointe. Elles fonctionneraient dans ce cas à des coefficients de charge peu élevés. Comme les dépenses d'investissement pour la construction de centrales nucléaires et pour celle de centrales au gaz (y compris les pipe-lines) seraient sensiblement comparables et que les dépenses d'exploitation à des coefficients de charge peu élevés seraient relativement insignifiantes, ce sont les coefficients techniques qui pourraient influencer le choix entre les unes et les autres. A ce propos, on relève dans le rapport que "l'expérience acquise dans l'exploitation de la centrale nucléaire de Shippingport (Etats-Unis) en tant qu'installation fonctionnant en période de pointe montre qu'un réacteur peut suivre toutes les variations de la demande sur l'ensemble du réseau, dans les limites de sa puissance. Il peut également, dans certaines conditions déterminées, être arrêté et remis en marche plus vite que n'importe quelle centrale moderne classique."

A propos de la situation à plus long terme du réseau du Pakistan occidental, le rapport souligne que, si une proportion raisonnable du gaz naturel disponible était conservée pour des usages industriels autres que la production d'électricité, les faibles quantités qui subsisteraient et l'insuffisance des installations hydroélectriques obligeraient la région à compter, d'ici 25 à 40 ans, sur des combustibles importés. Il est probable que, dans ces conditions, les centrales nucléaires deviendraient compétitives. Les auteurs du rapport arrivent donc à la conclusion suivante : "L'étude des coûts éventuels montre que la production d'énergie d'origine nucléaire pourrait être dès maintenant envisagée sérieusement pour fournir au Pakistan occidental une partie de l'énergie thermique dont la région a besoin. Pour l'avenir, les perspectives sont encore plus favorables. Il pourrait donc être souhaitable d'entreprendre un programme très modeste de production d'énergie d'origine nucléaire, même si cela entraîne certains sacrifices sur le plan économique, de manière à se prémunir contre de futurs aléas."

Pakistan oriental

Cette région, qui est la plus peuplée du pays, est divisée par deux grands fleuves en deux parties

à peu près égales. S'il n'existe, pour le moment, aucune liaison entre les réseaux de ces deux zones, une unification n'est cependant pas pour autant jugée impossible. Le rapport de l'Agence a donc trait à chacune des zones est et ouest du Pakistan oriental, dans l'hypothèse où les deux réseaux resteraient distincts et dans l'hypothèse d'une liaison future entre l'un et l'autre.

A l'heure actuelle, les installations de la zone est sont essentiellement hydroélectriques, mais les possibilités d'expansion de la production hydroélectrique sont très limitées. Des estimations de la demande indiquent qu'il sera nécessaire de construire d'ici 1967 une et peut-être deux centrales thermiques de 40 MW, et une autre centrale de 40 MW deux ans plus tard. Les auteurs du rapport estiment que dans ce dernier cas une centrale nucléaire de 50 MW pourrait fonctionner, après 1970, à des coefficients de charge de 80 % et serait économiquement compétitive si les prix des fuels au Pakistan oriental restaient à leur niveau élevé actuel et les prix du gaz naturel alignés en conséquence. Cette comparaison serait cependant sujette à révision au cas où les prix du gaz s'établiraient à un niveau inférieur qui tiendrait compte du coût de la production, du transport et de la distribution.

En ce qui concerne la zone ouest du Pakistan oriental, le rapport signale qu'on peut y prévoir, pour 1970, un déficit de 90 MW, ce qui pourrait jouer en faveur de l'introduction de l'énergie d'origine nucléaire en raison des prix particulièrement élevés des combustibles fossiles dans cette région. Il faudrait cependant savoir surtout si l'on développera les moyens de transport et de distribution de manière à pouvoir desservir une zone étendue à partir d'une seule centrale.

D'après les auteurs du rapport, les conditions seraient les plus favorables pour la production d'énergie d'origine nucléaire au Pakistan oriental si une liaison était établie entre les réseaux des deux zones, est et ouest. Dans cette éventualité, la demande totale atteindrait en 1970 plus de 400 MW, ce qui permettrait d'installer une centrale nucléaire de 100 MW, particulièrement avantageuse du point de vue économique.

Progrès envisagés

"La mission de l'AIEA est d'avis que la Commission pakistanaise de l'énergie atomique devrait, de concert avec les autres autorités nationales qui s'occupent de l'énergie, étudier plus à fond la question (de l'énergie d'origine nucléaire)". Après avoir formulé cette conclusion, les auteurs du rapport signalent certaines des mesures que le Pakistan pourrait prendre, "une fois qu'il est décidé en principe d'entreprendre un projet pour la production d'énergie d'origine nucléaire". Ils suggèrent d'envisager la constitution d'un groupe chargé de réunir des données et d'assurer la continuité du projet. Il serait surtout opportun de former continuellement des ingénieurs et des techniciens, et à cet égard le réacteur de recherche

actuellement en construction au Pakistan pourrait rendre de grands services. Pour avoir une idée précise du prix de revient, il serait utile de faire des appels d'offres.

Enfin, le rapport énumère les parties du projet pour lesquelles l'Agence pourrait offrir son

aide : établissement des spécifications, choix d'un emplacement, évaluation de la sécurité des réacteurs, élaboration des règlements de santé et de sécurité, évaluation des soumissions, formation de personnel, approvisionnement en combustible et recherche d'une aide financière extérieure.

L'ENERGIE ATOMIQUE DANS L'AGRICULTURE YUGOSLAVE

Un important projet visant à étendre les applications de l'énergie atomique dans l'agriculture doit être entrepris en Yougoslavie avec l'assistance du Fonds spécial des Nations Unies. L'AIEA sera l'Agent d'exécution de ce projet, qui s'étalera sur une période de trois ans et comportera diverses activités destinées à développer la recherche et la formation en matière nucléaire en vue d'améliorer la production agricole en général, et plus particulièrement la production de céréales et l'élevage. Parmi les objectifs essentiels, on compte notamment les suivants : utilisation plus rationnelle des engrais, développement du système d'irrigation et de drainage, amélioration des espèces et de la sélection de plants et amélioration des méthodes d'élevage.

Dans ces divers domaines, les progrès peuvent être accélérés par des travaux de recherche faisant intervenir les techniques nucléaires. Aussi pense-t-on développer les moyens de recherche et de formation dont dispose l'Institut pour l'application de la recherche nucléaire dans l'agriculture, la sylviculture et la médecine vétérinaire, qui est situé à Zemun, non loin de Belgrade, et s'occupe des problèmes pratiques rencontrés à tous les stades de la culture et de l'élevage. On envisage d'en faire le principal institut du pays pour l'application de la recherche nucléaire à l'agriculture.

Dans le cadre de ce projet, qui a été approuvé en mai 1962, le Fonds spécial affectera 546 400 dollars des Etats-Unis à l'achat de matériel, à la formation et à la fourniture de services d'experts, tandis que la contribution du Gouvernement yougoslave représentera un équivalent de 1 206 000 dollars sous forme de terrains, de bâtiments, de matériel, de personnel et de divers services. L'exécution du projet doit commencer au début de 1963 à l'Institut de Zemun, qui possède à présent deux bâtiments et 50 hectares de terres arables. Les travaux envisagés exigent des bâtiments plus vastes, du matériel supplémentaire et un personnel scientifique plus nombreux. D'ici 1965, quelque 90 spécialistes devraient être affectés en permanence

à l'Institut. Le Fonds spécial fournira des services d'experts, des bourses et du matériel par l'intermédiaire de l'Agent d'exécution, et le programme prévoit la formation en cours d'emploi de personnel local détaché par le Gouvernement yougoslave.

Les travaux que l'Institut doit entreprendre dans le cadre de ce projet porteront essentiellement sur les problèmes ci-après :

- a) Fertilité du sol et nutrition des plantes, y compris la mise au point de méthodes permettant de déterminer en laboratoire la fertilité du sol et de techniques pour l'application des engrais ; études sur l'appauvrissement du sol en éléments nutritifs par lixiviation ; études sur l'humidité du sol, l'irrigation et le drainage ; études sur l'absorption des éléments nutritifs par les végétaux et sur la circulation et l'accumulation de ces éléments dans la plante.
- b) Sélection et amélioration des plants, avec recours à l'irradiation en vue d'obtenir des espèces mutantes pour l'agriculture et la sylviculture, afin de compléter les méthodes classiques.
- c) Zootechnie, y compris notamment des études sur les protéines dans l'alimentation des volailles et sur la protection de la santé des animaux.

Fertilité du sol et nutrition des plantes

En Yougoslavie, la moitié des sols sont acides et ont un rendement faible. Il n'est donc guère possible d'obtenir des récoltes abondantes sans un emploi convenable d'engrais, dont les effets seront différents selon la nature du terrain, les propriétés des plantes et les procédés d'application. A l'heure actuelle, la Yougoslavie produit quelque 700 000 tonnes de superphosphates par an, mais l'usage qui en est fait dans les sols acides n'est pas très rationnel. En élaborant des techniques d'application efficaces, on pourrait réduire sensiblement la quantité d'engrais utilisée. Des analyses en laboratoire à l'aide d'isotopes radioactifs ou stables du phosphore devraient permettre de déterminer plus