

PERSPECTIVES DE L'ENERGIE ATOMIQUE DANS CINQ PAYS

La quatrième mission d'assistance préliminaire de l'Agence internationale de l'énergie atomique s'est rendue en Afghanistan, Irak, Iran, Turquie et Yougoslavie, en octobre et novembre 1959, pour étudier sur place les possibilités de développement de l'énergie atomique dans ces cinq pays*. Cette mission a rassemblé et étudié toutes les données pertinentes, examiné longuement divers problèmes, notamment les plans et les projets en cours, et indiqué aux autorités nationales comme à l'Agence les meilleurs moyens et formes d'assistance de l'Agence pour favoriser l'exécution des programmes nationaux.

Les conclusions de la mission figurent dans des rapports détaillés dont l'Agence s'inspirera pour établir son programme d'assistance dans ces pays.

Organisation des activités

Il n'existe, à l'heure actuelle, en Afghanistan, aucun organe spécialement chargé d'organiser et de diriger les activités en matière d'énergie atomique; ces activités sont centralisées à la Faculté des sciences de l'Université de Kaboul. Plusieurs ministères s'intéressent aux applications de l'énergie atomique; tous les projets se rapportant à cette question seront inclus dans le deuxième plan quinquennal, dont l'exécution commencera l'année prochaine.

La Commission de l'énergie atomique de l'Iran, présidée par le Premier Ministre, arrête la politique en matière d'énergie atomique. Il n'existe pas actuellement d'établissement d'énergie atomique en tant qu'organe scientifique et exécutif; les travaux sont confiés à des organisations, établissements ou instituts divers.

La Commission de l'énergie atomique de l'Irak est également un organe directeur; elle est chargée notamment de dresser les plans relatifs aux applications pacifiques de l'énergie atomique et de favoriser la recherche scientifique en Irak.

En Turquie, les activités en matière d'énergie atomique sont coordonnées par une commission présidée par le Premier Ministre. Il existe également un comité consultatif, mais aucun organe central à caractère exécutif et scientifique.

La Commission de l'énergie nucléaire de la Yougoslavie est un organe administratif fédéral qui se fait aider dans ses travaux par un comité consultatif d'experts. La Commission dirige et coordonne toutes les activités en matière d'énergie atomique.

Formation

Le centre d'enseignement supérieur de l'Afghanistan est l'Université de Kaboul; l'enseignement scientifique est uniquement dispensé à la Faculté des sciences de cette université. Actuellement, 400 étudiants font des études supérieures à l'étranger grâce à des bourses d'Etat. Un expert de l'Unesco organise des travaux de laboratoire rattachés aux cours de physique. L'Agence pourrait apporter une assistance en envoyant un expert en physique nucléaire, qui ne ferait pas seulement des cours à l'Université, mais contribuerait également à aménager un laboratoire nucléaire.

En Iran, la mission a apprécié les efforts en vue d'améliorer les installations de l'Université de Téhéran, qui dispose d'un vaste équipement pour les études fondamentales. Bien que le niveau des études scientifiques soit élevé, la mission a estimé que des améliorations seraient souhaitables en matière de travaux pratiques et expérimentaux. Elle a également estimé que l'Université de Téhéran devrait dès maintenant organiser un cycle d'études scientifiques supérieures et constituer des groupes de chercheurs.

En dépit des nombreux efforts accomplis par l'Irak pour instaurer un enseignement universitaire sur des bases solides, la pénurie de personnel qualifié constitue un grave problème. Le matériel de l'Université de Bagdad ne permet pas de former des étudiants aux disciplines scientifiques spécialisées; mais le gouvernement entend remédier à cet état de choses afin de pouvoir assurer une formation fondamentale dans le domaine des sciences nucléaires.

En Turquie, les travaux pratiques de physique nucléaire sont organisés de façon satisfaisante à l'Université d'Ankara; mais il est nécessaire de prévoir une formation spécialisée en physique nucléaire et dans les domaines connexes. L'Université technique du Moyen-Orient n'existant que depuis peu, la mission n'a pas été en mesure d'évaluer ses possibilités. Les installations et le personnel dont dispose l'Université d'Istanbul semblent suffisants pour donner une formation de base solide, mais l'équipement destiné à la formation aux sciences nucléaires des étudiants diplômés laisse à désirer. L'Université technique d'Istanbul possède des installations excellentes, mais la mission a constaté que le matériel de l'Ecole des mines gagnerait à être complété.

* La mission était dirigée par M. Harold Smith, spécialiste des applications des rayonnements et des radioisotopes dans l'agriculture, qui récemment encore occupait un poste important à la Division des isotopes de l'Agence. Les autres membres de la mission étaient: MM. Arturo Cairo (formation et bourses), Munir Khan (réacteurs et électricité), Rastislav Lacko (assistance technique), Herbert Vetter (applications médicales et physique sanitaire) et John Webb (matières premières), tous fonctionnaires de l'AEA.

La Yougoslavie procède actuellement à une réorganisation de son système d'enseignement. La formation aux sciences nucléaires est dispensée dans plusieurs instituts spécialisés qui sont bien pourvus en moyens matériels et en personnel. Pour l'exécution de son vaste programme de recherches nucléaires, le pays aura besoin d'encore plus de spécialistes et de techniciens qu'il n'en utilise actuellement. On a institué un cours de formation à l'emploi des radioisotopes.

La mission a constaté que la pénurie de personnel qualifié posait des difficultés un peu partout. Elle a recommandé à divers égards l'octroi de bourses par l'Agence, ce qui permettrait sans doute de faire face dans une certaine mesure à la demande croissante de personnel scientifique et technique.

Matières premières

Une mission technique du Commissariat français à l'énergie atomique a entrepris la prospection de l'uranium en Afghanistan et a déjà obtenu certains résultats intéressants. Les experts de l'Agence ont été d'avis qu'il ne s'agissait pas là d'un problème particulièrement urgent du fait que l'utilisation d'uranium dans le pays ne semblait nullement imminente; par ailleurs, les difficultés de communications dans le pays feraient monter les prix, ce qui réduirait les possibilités d'exportation. Néanmoins, un service géologique créé avec l'aide des Nations Unies fait oeuvre très utile, non seulement pour la formation du personnel, mais aussi pour les travaux de prospection qui pourraient être entrepris ultérieurement.

En Iran, la prospection des matières nucléaires se limite à la recherche de l'uranium. L'exploration d'anciennes mines et de terrils a conduit à la découverte de minerais radioactifs près d'Anarak. La prospection se fait à l'aide de scintillomètres et de compteurs Geiger autoportés. On prend aussi des dispositions pour procéder à des levés aériens. Avec

Membres de la mission de l'AIEA pendant leur séjour en Iran



l'assistance des Nations Unies, on constitue un service d'études géologiques qui devrait seconder utilement la prospection de l'uranium. Les chances de découvrir des substances nucléaires autres que l'uranium sont faibles; il y aurait toutefois intérêt à envisager la production éventuelle d'hélium près des puits de pétrole.

A l'heure actuelle, l'Irak s'intéresse peu à la prospection des matières premières nucléaires, ce qui s'explique par l'abondance de ses ressources pétrolières et hydroélectriques. Cependant, des travaux de prospection préliminaire des gisements d'uranium ont révélé la présence d'uranium dans des phosphates naturels. Il est peu probable que l'on puisse extraire de l'uranium dans des conditions rentables. On ne connaît l'existence d'aucune matière nucléaire autre que l'uranium; toutefois, ici encore, on ne peut exclure la possibilité de produire de l'hélium. Aux termes d'un accord intervenu entre l'Irak et l'URSS, des experts soviétiques feront une étude géologique du pays et procéderont ultérieurement à la prospection des minerais.

Dans certaines régions spécialement choisies de la Turquie, on fait la prospection de l'uranium à pied, en avion et en automobile. Le matériel destiné aux travaux géologiques est suffisant, mais on ne possède pas l'équipement approprié pour analyser les échantillons et déterminer les procédés de traitement des minerais. Le Commissariat français à l'énergie atomique fournit une assistance à cet égard. Des programmes de formation à l'étranger, mis en oeuvre par l'Institut de recherche et de prospection minéralogiques, assureront la formation d'un nombre suffisant d'ingénieurs qualifiés pour la prospection de l'uranium.

En Yougoslavie, la prospection de l'uranium est bien organisée, avec l'aide des services géologiques et miniers. Les opérations comprennent des levés aériens et des travaux de prospection à pied ou avec du matériel autoporté. Quelques résultats satisfaisants ont déjà été obtenus. Les travaux de traitement des minerais pour en extraire l'uranium vont jusqu'au stade de l'usine-pilote; les recherches dans ce domaine sont très complètes. La Yougoslavie n'a pas de ressources connues de thorium et ses ressources en minerais de zirconium sont limitées. Il existe une possibilité de production de béryl; des recherches sont en cours sur l'extraction du béryllium à partir des minerais.

Programmes de réacteurs

L'Afghanistan n'envisage pas d'installer un réacteur de recherche dans le proche avenir. Il souffre d'une grande pénurie de techniciens et n'est pas près de disposer du personnel nécessaire pour assurer le fonctionnement d'une telle installation.

L'Iran a signé un contrat pour un réacteur "piscine" de 5 MW, dont la construction devait commencer en février dernier. Le réacteur devrait diverger vers la fin de 1961 et être prêt pour la recherche au début de 1962. Aux termes d'un accord

bilatéral avec les Etats-Unis d'Amérique, l'Iran recevra 350 000 dollars des Etats-Unis pour le financement du réacteur. Le coût global du centre de recherches nucléaires dépassera 2,5 millions de dollars. La mission a estimé que l'Iran avait besoin des services d'un expert de la construction et de l'installation des réacteurs et d'un expert en matière de physique sanitaire.

L'Irak envisage de construire, dans les trois ou quatre prochaines années, un réacteur de recherche près de Bagdad. En vertu d'un accord bilatéral, l'Union soviétique aidera l'Irak à construire un réacteur de recherche, à former des techniciens, à obtenir le concours d'hommes de science invités et à construire un laboratoire de radioisotopes. Le type de réacteur n'a pas encore été choisi, mais on espère que sa construction commencera en 1961 et qu'il entrera en service en 1963.

Un réacteur de recherche "piscine" d'une puissance de 1 MW et ses laboratoires annexes sont en construction au Centre nucléaire de Turquie, près d'Istanbul; les travaux seront vraisemblablement achevés en 1961. Leur coût s'élèvera à environ 3 millions de dollars; sur cette somme, les Etats-Unis d'Amérique fourniront 350 000 dollars aux termes d'un accord bilatéral conclu avec la Turquie. Le pays a grand besoin de personnel expérimenté et pourrait utiliser avec profit un plus grand nombre de bourses d'études nucléaires offertes par l'Agence. La mission a aussi estimé que la Turquie avait besoin des services d'un expert qui l'aiderait à élaborer un programme d'exploitation rationnelle.

Le premier réacteur de recherche yougoslave, qui a une puissance de 6 à 10 MW et fonctionne à l'eau lourde et à l'uranium enrichi, a récemment divergé à l'Institut Boris Kidric, à Vinca, près de Belgrade. Il a été fourni par l'Union soviétique dans le cadre d'un accord bilatéral; des spécialistes et ingénieurs yougoslaves ont participé activement à sa mise au point. L'ensemble critique, à eau lourde et uranium enrichi, qui se trouve à Vinca, n'était pas en activité à l'époque de la visite de la mission. D'intéressantes recherches nucléaires sont en cours dans deux autres instituts importants: l'Institut Rudjer Boskovic à Zagreb et l'Institut Jozef Stefan à Liubliana. Un plan de recherches nucléaires à long terme est en préparation. De l'avis de la mission, l'Agence pourrait apporter une collaboration précieuse en passant des contrats de recherche, en s'assurant les services de spécialistes yougoslaves pour des missions à l'étranger et en envoyant des professeurs invités dans des instituts de recherche yougoslaves.

Les isotopes dans l'agriculture

Malgré sa grande importance pour l'économie afghane, la recherche agricole n'a pas encore atteint un stade très avancé. La mission a suggéré qu'il faudrait attendre deux ans avant d'aborder la formation à l'emploi des radioisotopes. Avec l'aide de l'Agence, deux agronomes pourraient alors être

envoyés à l'étranger, afin d'y étudier les méthodes d'emploi des indicateurs radioactifs pour l'étude des relations entre le sol et les plantes.

En Iran, il existe trois centres principaux de recherche agricole, proches de Téhéran: le laboratoire de lutte contre les insectes nuisibles (Division de la protection des végétaux, Ministère de l'agriculture), l'Institut Razi pour les vaccins et sérums et le Laboratoire d'étude des sols (Département de l'irrigation, Ministère de l'agriculture). La mission a examiné les expériences préliminaires effectuées au Laboratoire de lutte contre les insectes nuisibles, sur l'utilisation des radioisotopes pour l'étude de la migration du sene. Il a recommandé que deux membres du personnel de ce Laboratoire sollicitent des bourses de l'Agence en vue de recevoir une formation spécialisée dans ce domaine. L'Institut Razi envisage de développer ces recherches à l'aide des radioisotopes; là encore, la mission a suggéré que l'Institut fasse une demande de bourses de recherche à l'Agence.

En Irak, le principal centre de recherche agricole est la station agricole expérimentale d'Abou Ghraid. Les travaux entrepris par la Division de pédologie et de chimie agricole offrent des perspectives intéressantes pour l'application des radioisotopes. La mission a estimé, comme les autorités irakiennes, que l'Agence pourrait contribuer au développement de ces travaux en fournissant les services d'un chimiste des sols et un peu de matériel; l'expert pourrait commencer des travaux de recherche à l'aide des radioisotopes.

En Turquie, un laboratoire de radioisotopes a été créé à l'Université d'Ankara, grâce à l'assistance technique de l'Agence, pour exécuter un programme de recherches portant sur la nutrition des plantes et les questions connexes. La mission a constaté que les installations de ce laboratoire étaient excellentes et qu'il disposait d'un personnel qualifié qui pourra coopérer avec l'expert dont l'Agence a autorisé l'envoi. A l'Université technique du Moyen-Orient, la mission a examiné avec un expert de la FAO une proposition en vue d'effectuer des recherches agricoles au moyen des radioisotopes; la mission a estimé que l'Agence pourrait faciliter ces travaux en accordant un contrat de recherche. La mission a également examiné la possibilité d'octroyer un contrat de recherche à la Faculté des sciences de l'Université d'Ankara pour l'étude du régime alimentaire de deux espèces d'acridiens nuisibles.

En Yougoslavie, la mission a étudié les installations de recherche agricole à Belgrade et dans les environs ainsi qu'à Zagreb et à Liubliana. Elle a conclu que l'Agence pouvait fournir une assistance en envoyant un expert et du matériel pour la création d'un laboratoire de radiobiologie à l'Institut de Zemun près de Belgrade. A l'Institut de biologie de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Zagreb, des recherches sont en cours sur la distomatose, grave maladie des bovins et des ovins. Les radioisotopes peuvent être utilisés pour étudier

la cause de cette maladie et dans des expériences en vue de découvrir des moyens efficaces pour la faire disparaître; cette tâche pourrait être entreprise par un expert de l'Agence. A l'Institut de phyto-génétique de Zagreb, on étudie la résistance offerte aux maladies par le maïs, le blé, l'orge et le seigle; l'Agence pourrait faciliter ces travaux en octroyant un contrat de recherche pour l'étude des mutations radioinduites qui peuvent assurer la résistance aux maladies.

Applications médicales

Les membres de la Faculté de médecine de l'Université de Kaboul ont manifesté beaucoup d'intérêt pour l'emploi des isotopes à des fins médicales, mais la mission a été d'avis qu'il serait préférable d'attendre, pour créer un laboratoire de radio-isotopes, que des problèmes médicaux beaucoup plus urgents soient résolus. Il n'existe pas en Afghanistan d'appareil de radiothérapie en profondeur, mais le Gouvernement a décidé de créer un service de radiothérapie. La mission a estimé que le mieux serait de choisir une source au césium. Il faudrait fournir pendant un an les services d'un expert en radiothérapie qui mettrait la source en service et formerait des radiologues du département.

En Iran, les sources radioactives non scellées n'ont pas encore fait l'objet d'applications médicales, mais un grand nombre de personnes s'intéressent vivement à la question. La pénurie de personnel qualifié constitue un problème et l'Iran pourrait recourir utilement aux bourses de formation de l'Agence. Le centre de réacteur, dont on envisage la création, pourrait aider les hôpitaux dans leurs travaux au moyen des radioisotopes en se chargeant de l'entretien du matériel électronique et en créant un service central d'importation et de distribution des isotopes. Un petit appareil de télécobalthérapie fonctionne actuellement à l'hôpital de cancéreux de Téhéran; la mission a été informée qu'une source au césium, fournie par le Gouvernement du Royaume-Uni, sera installée à l'hôpital Nemazi à Chiraz. L'Iran a certainement besoin d'un plus grand nombre d'appareils de téléthérapie, mais il serait préférable qu'il en ajourne l'achat jusqu'à ce qu'il dispose d'un plus grand nombre de spécialistes.

Un service de radioisotopes a été institué en 1957 à l'hôpital national de Bagdad; ce service est maintenant en pleine activité. L'Agence a déjà conclu avec lui un contrat de recherche. La Commission irakienne de l'énergie atomique a prévu des crédits pour l'achat d'une source au cobalt et la mission a estimé que cette source devrait elle aussi être installée à l'hôpital national.

Le diagnostic et la thérapie au moyen de radioisotopes non scellés sont pratiqués à la Faculté de médecine de l'Université d'Istanbul et dans les laboratoires des hôpitaux Haseki et Curaba. La qualité du travail est satisfaisante, mais l'équipement est insuffisant. On prévoit que le Royaume-Uni fournira du matériel supplémentaire. La

Turquie se propose de créer à l'hôpital universitaire d'Ankara un laboratoire central de radioisotopes qui desservirait plusieurs départements de la Faculté de médecine. Lors du séjour de la mission, l'Institut radiologique de l'Université d'Istanbul venait de recevoir une source au cobalt, et l'hôpital des chemins de fer était sur le point de commander un bétatron à des fins médicales. En outre, trois autres sources ont été demandées à l'Administration de coopération internationale des Etats-Unis.

La Yougoslavie dispose de plusieurs laboratoires fort bien conçus pour les applications médicales des sources scellées et non scellées de radioisotopes. Ces laboratoires centralisent, pour un certain nombre d'hôpitaux, les travaux cliniques effectués à l'aide d'isotopes. On éprouve néanmoins certaines difficultés à obtenir régulièrement des fournitures de radioisotopes en quantités suffisantes et à des prix raisonnables. Le pays souffre en outre d'une pénurie d'appareils de radiothérapie par les rayonnements à haute énergie. Il existe un appareil de télécobalthérapie à Zagreb et l'on envisage d'en installer deux autres, l'un à Belgrade et le deuxième à Liubliana.

Protection radiologique

L'adoption de mesures de sécurité ne constitue pas un problème urgent en Afghanistan, mais il serait souhaitable qu'un physicien de ce pays sollicite une bourse de l'Agence pour acquérir une formation dans ce domaine.

Aucun plan défini n'a encore été arrêté en Iran pour assurer la protection radiologique, mais le problème devient urgent. Il est également nécessaire de créer un service de films-détecteurs. Ici encore, les travaux sont sérieusement entravés par le manque de personnel qualifié.

En Irak, la mission a également souligné qu'il était urgent d'adopter des règlements visant à assurer la sécurité et la protection radiologiques, mais aucune décision définitive n'a encore été prise. En sollicitant des bourses de l'Agence, les autorités devraient donner la priorité à la formation dans ce domaine.

On note également une pénurie de spécialistes de la physique sanitaire en Turquie. Un expert de l'Agence pourrait contribuer à élaborer des normes de sécurité, à prendre les dispositions nécessaires et à créer un laboratoire central de physique sanitaire. Le Centre radiologique de l'Université d'Istanbul vient de créer un service de films-détecteurs, qui ne s'occupe pour l'instant que du personnel professionnellement exposé du Centre.

Les autorités yougoslaves ont fait de grands efforts pour doter le pays de services efficaces de protection radiologique et les prescriptions fondamentales prévues par la loi ont été observées. Venant s'ajouter aux activités normatives, des recherches ont été entreprises dans ce domaine. En outre, on prévoit d'organiser un cours de formation

à la physique sanitaire à l'Institut de recherche médicale de Zagreb. L'Agence pourrait aider à la réalisation de ce projet par l'envoi de professeurs invités et l'octroi de bourses de formation.

Electricité

La puissance installée totale en Afghanistan est d'environ 46 MW, dont 33 MW sont fournis par des centrales hydroélectriques et le reste par des centrales Diésel et thermiques. La consommation annuelle par habitant est de 6 kWh. Dans l'ensemble, le pays manque de ressources en énergie classique; son potentiel hydroélectrique connu est de 2 500 MW, les gisements de charbon de qualité moyenne s'élèvent à 80 millions de tonnes environ et l'on ne connaît l'existence d'aucun gisement de pétrole ou de gaz naturel. La topographie du pays rend les communications particulièrement difficiles. Les frais de transport du combustible sont élevés; le prix du kilowattheure thermique dépasse 60 mills à Kaboul et il est encore plus élevé dans d'autres villes. On pourrait envisager de recourir à l'énergie nucléaire pour alimenter en électricité les régions peuplées d'accès difficile. La mission a suggéré qu'il y aurait intérêt à examiner la possibilité d'utiliser dans l'avenir l'énergie nucléaire pour produire l'électricité destinée aux parties reculées du pays. Le ministère intéressé a décidé de réunir les renseignements nécessaires sur ces régions et de les envoyer à l'Agence aux fins d'analyse.

En Iran, la puissance installée actuelle, y compris les centrales de l'industrie du pétrole, est de 360 MW; la consommation annuelle est de 35 kWh par habitant. Avec ses réserves de 6 milliards de tonnes, l'Iran est l'un des grands producteurs de pétrole. Les réserves de charbon dépassent 100 millions de tonnes et le potentiel hydraulique exploitable a été estimé à 5 000 MW. Vu ces abondantes ressources en pétrole et autres combustibles classiques, l'Iran n'envisage pas d'avoir recours à l'énergie d'origine nucléaire dans un proche avenir.

La puissance installée de l'Irak en 1959 - centrales thermiques au fuel et au gaz ou centrales Diésel - était de 250 MW et la consommation

annuelle par habitant de 100 kWh. En 1960, lorsque seront achevées les centrales en construction dans le nord, le centre et le sud du pays, la puissance totale installée sera portée à 435 MW. Le pays est très riche en combustibles: il possède des réserves en pétrole de 4 milliards de tonnes et produit 7 millions de mètres cubes de gaz par an. La puissance hydraulique est évaluée à 300 MW au minimum. Vu l'abondance des ressources d'énergie classique à bon marché dont il dispose, l'Irak n'aura pas besoin d'électricité d'origine nucléaire dans le proche avenir.

La capacité installée totale en Turquie s'élève à 1 180 MW, dont 830 sont fournis par des centrales thermiques et 350 par des centrales hydroélectriques. En 1958, la consommation par habitant était d'environ 90 kWh. Le pays dispose d'un potentiel hydroélectrique de 100 milliards de kWh par an, qui reste en grande partie inexploité. Les ressources thermiques comprennent 482 millions de tonnes de houille, 424 millions de tonnes de lignite et 5 millions de tonnes de pétrole. Vu l'abondance de ces ressources d'énergie classique, il semble peu probable que l'énergie d'origine nucléaire puisse devenir économiquement rentable dans l'avenir immédiat. Toutefois, les autorités nationales étudient attentivement la situation à cet égard dans la région d'Istanbul.

La puissance installée totale en Yougoslavie s'élevait à 1 860 MW à la fin de 1958, dont 1 060 MW d'énergie hydroélectrique et 800 MW d'énergie thermique. La consommation annuelle par habitant était de 404 kWh. Le potentiel hydroélectrique net dépasse 60 milliards de kWh par an, dont quelque 8 pour cent seulement ont été mis en valeur jusqu'à présent. Les réserves de charbon comprennent 20 milliards de tonnes de lignite, 2 milliards de tonnes de charbon brun et 100 millions de tonnes de houille. L'industrie de l'énergie électrique a connu un développement très rapide pendant la période d'après-guerre. Comme le pays possède des ressources énergétiques classiques très importantes, il ne projette pas d'utiliser l'énergie d'origine nucléaire sur une base commerciale avant 1975 ou 1980. La construction d'une centrale nucléaire expérimentale est envisagée pour 1970.