

à présent du concours des commissions économiques régionales de l'Organisation des Nations Unies pour déterminer quelles sont les données à retenir pour évaluer la situation dans leurs régions respectives.

Les trois premières phases du programme d'activité de l'Agence sont les suivantes : i) études sur l'intérêt que présentent du point de vue technique des réacteurs d'une puissance allant jusqu'à 50 MW; ii) études économiques relatives aux divers types de centrales nucléaires, y compris une analyse systématique du coût de l'électricité; iii) choix de certaines situations caractéristiques qui semblent se prêter à l'utilisation de l'énergie nucléaire.

Enquête en Amérique latine

L'Agence a déjà entrepris des enquêtes préliminaires et des études techniques dans ce domaine. Une enquête présentant un intérêt particulier à cet égard sera effectuée par une mission de l'Agence qui visitera sous peu l'Argentine et le Brésil pour y étudier les possibilités économiques de production et d'utilisation de l'énergie nucléaire en des endroits déterminés. En Argentine, on envisage comme emplacements la ville de Buenos Aires et ses environs, ainsi que la Patagonie. Au Brésil, les lieux envisagés sont l'estuaire du Parahiba, à 200 km environ au nord-est de Rio de Janeiro, et celui de l'Iguape, sur la côte de l'Etat de Sao Paulo, à 160 km environ au sud-ouest de la ville de Santos.

La mission procédera à l'analyse critique des renseignements déjà recueillis par les autorités nationales; elle rassemblera à son tour des renseignements complémentaires touchant les éléments du

prix de revient. Elle déterminera les progrès qui ont été accomplis dans la production d'électricité aux environs des lieux envisagés; elle aidera à évaluer, à titre préliminaire, les besoins futurs d'énergie et proposera des mesures pour répondre à ses besoins. Elle étudiera notamment les problèmes spéciaux que pose l'installation en ces lieux de centrales nucléaires.

L'enquête en Amérique latine ne constituera qu'une partie des vastes études auxquelles procède l'Agence dans le cadre des trois phases de son programme de travail; ces études sont menées simultanément et on espère qu'elles pourront être achevées pour le mois de septembre 1959. L'Agence fera alors de nouvelles études spéciales, d'ordre technique et économique, qui porteront sur les cas choisis. Les résultats de ces études seront mis au point en temps voulu pour être présentés à une grande conférence sur les réacteurs de petite et moyenne puissance, dont l'organisation est prévue pour 1960.

Bien entendu, les conclusions tirées de ces études ne sauraient en aucune manière résoudre tous les problèmes que pourra poser l'utilisation de l'électricité d'origine nucléaire dans les pays insuffisamment développés. En effet, il ne serait guère possible de répondre en même temps à toutes les questions. Une méthode plus réaliste consisterait à s'attaquer aux problèmes un à un, tout en s'assurant que chaque étape du développement entraîne logiquement l'étape suivante. Les études entreprises par l'Agence sont un premier pas dans cette voie et leurs résultats contribueront à ébaucher l'action initiale qui s'imposera.

ENQUETE DANS L'ASIE DU SUD-EST

L'assistance technique aux projets relatifs à l'énergie atomique élaborés dans différents pays, notamment dans les pays moins développés, constitue l'une des fonctions principales de l'Agence. Avant de pouvoir utilement fournir une telle assistance, l'Agence doit procéder à une étude des besoins et des possibilités de développement de ces pays et déterminer le genre d'aide qui sera le plus efficace. Un grand nombre de pays ont demandé à l'Agence de les aider à évaluer leurs besoins et leur situation en matière d'énergie atomique, de leur indiquer les meilleures voies de progrès et de déterminer comment l'Agence pourra leur rendre service. Sans parler des avantages immédiats de cette méthode pour les pays bénéficiaires, elle permet à l'Agence de mieux coordonner ses activités et de tirer un meilleur parti de ses ressources.

A cet effet, l'Agence a d'ores et déjà envoyé plusieurs missions d'assistance préliminaire dans diverses régions du monde et elle envisage l'envoi d'autres missions analogues. L'une de ces missions vient d'achever une enquête en Chine (Formose), au Japon, dans la République de Corée, aux Philippines et au Viet-nam; une autre va visiter cet été l'Argentine, le Brésil et le Venezuela.

Au début de l'année, une mission de l'Agence a visité quatre pays de l'Asie du Sud-Est : Birmanie, Ceylan, Indonésie et Thaïlande. Elle se composait de huit membres, dont quatre experts désignés à cette fin par des Etats Membres* et quatre fonctionnaires de l'Agence. Les travaux de la mission sont exposés dans les rapports détaillés de ses membres ainsi que dans les notes et documents divers

rassemblés par la mission. Ceux-ci présenteront une grande utilité, non seulement pour l'Agence et les pays en cause, mais aussi pour tous ceux qui s'intéressent à l'utilisation de l'énergie nucléaire en vue d'assurer le progrès pacifique des régions sous-développées. On trouvera dans les paragraphes ci-après un résumé succinct, et nécessairement incomplet, des principales observations et conclusions de la mission.

Dans chacun des quatre pays, les membres de la mission ont eu des entretiens prolongés avec des spécialistes et des administrateurs; ils ont recueilli des renseignements et procédé à des échanges de vues. En dehors des discussions de caractère général, des consultations sur des questions déterminées se sont tenues au sein de petits groupes de travail. Les membres de la mission ont également visité les centres d'énergie atomique, certaines autres organisations scientifiques et techniques, divers établissements d'enseignement ainsi que les emplacements des projets en cours d'exécution ou envisagés.

Les rapports de la mission peuvent être subdivisés en trois grandes rubriques. Ils contiennent tout d'abord un exposé général des programmes d'énergie atomique des quatre pays, portant sur les activités actuelles et les activités futures. Ensuite viennent les observations et recommandations formulées par la mission. Enfin, on y trouve la liste des diverses demandes d'assistance que les pays ont adressées à l'Agence à la suite des entretiens avec la mission.

Aperçu des activités

Dans l'Union birmane, les activités en matière d'énergie atomique relèvent au premier chef du Centre d'énergie atomique (CEA). Le Centre, créé en 1955, fait partie de l'Institut de recherches appliquées de l'Union birmane (IRA). Ce dernier collabore étroitement avec l'Université de Rangoon et d'autres institutions intéressées. Le programme du CEA comporte un vaste plan de formation, la création en 1960-61 d'un laboratoire de rayonnements, une étude sur les possibilités d'installation d'un réacteur de recherche en 1962-63 et la construction éventuelle d'autres réacteurs à

une époque ultérieure. La mission a été impressionnée par la compétence des dirigeants du CEA et de l'IRA; elle a estimé que les plans d'études, la construction et les premiers stades de fonctionnement du laboratoire de rayonnements nucléaires étaient bien conçus et pourraient être menés à bien. La mission a examiné avec les autorités birmanes leurs avant-projets de législation en matière d'énergie atomique; les conseils qu'elle leur a fournis les aideront sans doute à créer à bref délai une commission indépendante de l'énergie atomique.

Ceylan vient d'entreprendre un certain nombre d'activités en matière d'énergie atomique et élabore en ce moment des plans à longue échéance. On prévoit que ces plans mettront l'accent sur l'enseignement, la prospection des matières premières, les isotopes et le développement de l'énergie nucléaire. En 1958, le Conseil national de planification a créé un Comité de l'énergie atomique, lequel s'efforce actuellement de mettre rapidement sur pied une autorité centrale de l'énergie atomique. La mission a donné aux membres du Comité des avis sur l'élaboration des textes pertinents, dont la mise en vigueur immédiate est jugée indispensable.

En Indonésie, une Commission nationale de la radioactivité et de l'énergie atomique a été créée en 1954. En 1958, elle a été remplacée par le Conseil de l'énergie atomique, qui est un organe consultatif du gouvernement; d'autre part, on envisage la création d'un Institut de l'énergie atomique, qui constituerait l'organe exécutif du Conseil. A l'heure actuelle, tous les travaux sont concentrés à Bandoung, à Bogor, à Djakarta et à Jogjakarta. On envisage l'installation à Bandoung et à Jogjakarta de réacteurs de formation et de recherche, qui serviraient prochainement de foyers principaux du développement d'un programme de recherche et de formation. On prépare en outre des plans relatifs à l'utilisation des radioisotopes dans l'agriculture, la médecine et l'industrie.

M. Sudjarwo, représentant de l'Indonésie au Conseil des gouverneurs de l'AIEA s'entretient avec les membres de la mission pendant leur séjour en Indonésie

* Il s'agissait des experts suivants :

Hugh Belcher (Royaume-Uni) - Spécialiste des applications médicales des radioisotopes; directeur du laboratoire de radioisotopes de l'école de perfectionnement de l'hôpital de Hammersmith, à Londres.

Georges Bigotte (France) - Spécialiste en géologie et dans la technologie de la prospection; haut fonctionnaire du Commissariat à l'énergie atomique.

Maheshwar Dayal (Inde) - Ingénieur d'études au Centre indien de l'énergie atomique, à Trombay.

Oleg Kazatchkovsky (URSS) - Spécialiste de la physique des réacteurs de puissance expérimentaux, qui a travaillé à la première centrale nucléaire de l'URSS.

La mission était dirigée par M. Wladimir Grigorieff (Division des échanges et des moyens de formation de savants et de spécialistes), fonctionnaire de l'Agence.



En Thaïlande, on a déjà commencé l'élaboration d'un vaste programme d'énergie atomique. Des travaux sont envisagés ou en cours touchant la formation, la recherche, l'application des radioisotopes en agriculture et en médecine, la production d'énergie d'origine nucléaire, les matières premières et des domaines connexes. La Commission des applications pacifiques de l'énergie atomique, créée en 1956, est chargée d'encourager, de développer et de contrôler toutes les activités du pays dans le domaine de l'énergie atomique. De bonne heure, la Commission a établi des plans pour l'installation d'un réacteur de recherche et s'est mise en rapport avec la Curtiss Wright Corporation (Etats-Unis) pour la construction d'un réacteur du type piscine d'une puissance maximum de 1 MW. La construction demandera deux ans et on espère que le réacteur pourra être mis en activité en 1961 ou en 1962. La Commission a également établi un programme de formation pour les spécialistes thaïlandais, dont un nombre considérable ont fait ou font actuellement des études à l'étranger.

Les isotopes dans l'agriculture

La mission a prêté une attention spéciale aux possibilités d'application de l'énergie atomique dans l'agriculture, principal secteur de l'économie dans les pays de l'Asie du Sud-Est. L'emploi des rayonnements dans la recherche agricole ou pour l'augmentation du rendement des récoltes par la production de nouvelles variétés est certainement l'une des applications de l'énergie atomique dont les populations de ces pays pourront retirer un profit immédiat.

En Birmanie, les techniques d'emploi des radioisotopes conviennent très bien aux études sur les effets des engrais comme éléments nutritifs des plantes, pour lesquelles on utilise particulièrement le phosphore-32; de l'avis de la mission, ce domaine semble le plus prometteur sur le plan de la recherche agricole, et l'Agence pourra fournir une aide dans l'avenir immédiat. La mission a estimé que la Birmanie pourrait avoir recours aux techniques d'irradiation des semences pour produire une variété de riz birman à tige courte et rigide. La mission s'est procuré des échantillons de riz birman et l'Agence a pris des dispositions pour leur irradiation à l'étranger; par la suite, on les essaiera en Birmanie même, dans les conditions locales.

A Ceylan, les ressources de l'énergie atomique n'ont pas encore été utilisées pour la recherche agricole; cependant, la mission a constaté que l'on portait un grand intérêt à ces applications. A son avis, la formation du personnel qui sera chargé de cette recherche et la coordination des programmes des Instituts de recherche sur la noix de coco, le caoutchouc et le thé devraient précéder toute utilisation quelque peu étendue des rayonnements dans la recherche agricole.



Des membres de la mission examinent des collections d'insectes dans le laboratoire d'entomologie de l'Université d'agriculture de Kasetsart, en Thaïlande

En Indonésie, de vastes recherches agricoles sont en cours à Bogor et à Gadjaja Mada (Jogjakarta), mais on n'y a pas encore eu recours aux rayonnements. On prévoit l'utilisation de radioisotopes dans ces deux centres, de même que dans un troisième dont l'établissement est envisagé à Pasar Minggu.

Les autorités thaïlandaises envisagent l'installation d'un champ de rayonnements gamma destiné à l'étude des récoltes. Cependant, la mission a estimé qu'il serait préférable de s'attacher tout d'abord à la mise au point du laboratoire de radioisotopes de l'Université de Kasetsart, qui sera spécialisé dans la fertilité des sols et la nutrition des plantes, ainsi qu'à l'extension du système des bourses destinées à la formation de spécialistes agricoles.

...et en médecine

Les applications médicales des radioisotopes, pour le diagnostic et la thérapie, sont une autre question importante étudiée par la mission. Une installation de thérapie au cobalt-60, fournie dans le cadre du Plan de Colombo, fonctionne déjà en Birmanie. Cependant, la mission a suggéré que l'on commence par utiliser les radioisotopes pour le diagnostic; lorsqu'on aura acquis une expérience suffisante dans ce domaine, on pourra introduire la thérapie au moyen de sources de rayonnements non scellées.

Les laboratoires de la Faculté de médecine de l'Université de Ceylan disposent de bonnes installations de recherche; plusieurs groupes de recherche utilisent déjà des radioisotopes dans leurs travaux. A l'heure actuelle, on n'effectue pas de diagnostics au moyen de radioisotopes. Dans le cadre du Plan de Colombo, une installation de thérapie au cobalt-60 sera montée à l'Institut Maharagama. Les services médicaux du pays sont bien développés et fournissent une base solide pour généraliser l'emploi des radioisotopes.

Quant à l'Indonésie, la mission a estimé que des travaux préparatoires considérables s'imposent avant qu'il ne soit possible d'avoir recours aux applications médicales des radioisotopes, que ce soit pour le diagnostic ou en thérapeutique. Elle a recommandé que l'Agence prête son concours à l'installation d'un laboratoire de thérapie par les radioisotopes à l'Institut du cancer que l'on projette de créer à Djakarta et à celle d'un autre laboratoire et centre de mesure pour les applications au diagnostic, à l'Hôpital central de Djakarta.

En Thaïlande, la mission a relevé une différence sensible entre les services médicaux à Bangkok et ceux que dispensent les centres sanitaires ruraux dans le reste du pays. Les deux écoles de médecine de Bangkok, rattachées aux Universités de Siriraj et de Chulalongkorn, sont bien équipées pour la recherche; de grands progrès ont déjà été accomplis dans l'utilisation des radioisotopes à des fins médicales, tant pour le diagnostic que pour le traitement. A l'Université de Siriraj, un expert britannique, envoyé par l'Agence, fait des démonstrations sur l'emploi des radioisotopes dans le diagnostic. La mission a estimé qu'il y aurait lieu d'étendre les projets de recherche mettant en œuvre les radioisotopes; en outre, il faudrait donner aux médecins thaïlandais la possibilité de parfaire à l'étranger leur formation spécialisée. Le Gouvernement thaïlandais a l'intention d'organiser en 1961 un cours sur les techniques d'emploi des radioisotopes.

Physique sanitaire

La mission a aussi examiné la question de savoir comment on résout ou se propose de résoudre les problèmes de santé et de sécurité que posent les activités dans le domaine de l'énergie atomique. En Birmanie, les plans prévoyant l'installation de services de physique sanitaire au CEA sont bien conçus; la mission n'en pense pas moins que la formation du personnel appelé à utiliser les techniques de la physique sanitaire doit être complétée le plus rapidement possible. La création d'un service de protection radiologique, qui s'occuperait de l'ensemble des établissements utilisant des corps radioactifs, est l'une des premières mesures à prendre.

A Ceylan, il est nécessaire d'établir d'urgence des règlements pour protéger le personnel contre les risques radiologiques dans les installations où l'on emploie des rayonnements et des substances radioactives. Un excellent projet a été établi en vue de la création d'un service central de protection radiologique, qui aurait son siège à l'Institut Maharagama. Mais il faudrait au préalable former des membres du personnel de l'Institut aux techniques de la physique sanitaire.

Les autorités indonésiennes ont des plans bien conçus pour créer au centre de Pasar Minggu un service national de physique sanitaire; ces plans

pourraient être réalisés dans les conditions les plus favorables avec l'aide de l'Agence et d'autres appuis de l'extérieur.

Un programme de physique sanitaire forme une partie essentielle du projet de réacteur de la Commission thaïlandaise de l'énergie atomique. La mission a estimé qu'il importait de créer un service suffisant de physique sanitaire; un personnel compétent devrait être formé à cet effet avant l'entrée en service du réacteur. La mission a également constaté qu'il fallait élaborer d'urgence les règlements appropriés pour la protection du personnel contre les risques radio- logiques inhérents aux travaux médicaux.

Matières premières; électricité

La mission a rassemblé une documentation importante sur les gisements de matières premières nucléaires. En Birmanie, le programme actuel de la Division des matières premières nucléaires du CEA porte en premier lieu sur la prospection de gisements riches - même s'ils sont peu abondants - qui permettraient d'obtenir, sans investissements importants, des matières immédiatement utilisables. Ceylan a besoin d'un inventaire complet de ses ressources en minerais d'uranium et de thorium. La mission est d'avis que l'utilisation de gisements de monazite à Ceylan n'est pas aussi prometteuse que l'exploitation possible des gisements d'urano-thorianite de l'île. En Indonésie, Kalimantan et Sumatra pourraient offrir des possibilités intéressantes pour la prospection de l'uranium, et Sumatra pour celle du béryllium. La mission pense qu'il faudrait dresser un bilan géologique complet des ressources de l'Indonésie, mais l'exécution d'un programme de mise en valeur des matières premières nucléaires devra être précédée d'un renforcement des cadres scientifiques nationaux et de la création de centres d'expérimentation. La mission a aussi noté la nécessité d'un inventaire complet des ressources naturelles de la Thaïlande, dans le cadre d'un programme à long terme. Un programme limité de prospection aérienne est en cours. Les résidus des mines d'étain du pays contiennent une quantité limitée de monazite et d'autres minerais utiles, qui ne sont pas récupérés actuellement.

La mission a également étudié les possibilités d'utilisation de l'énergie atomique pour accroître les ressources énergétiques des quatre pays. La Birmanie dispose d'une puissance installée de 164 MW, ce qui représente 0,008 kW par habitant et une consommation annuelle de 16,7 kWh par habitant. Il faut augmenter aussi rapidement que possible la consommation d'électricité et d'énergie en général. Les réserves totales en sources classiques d'énergie sont peu abondantes; la Birmanie devra certainement recourir à l'énergie atomique. Cependant, il ne s'agit pas là d'un besoin immédiat, car il y a encore des ressources hydro-électriques non exploitées.

A Ceylan, la puissance installée est de 94 MW; la production totale prévue pour 1958/59 est de l'ordre de 230 millions de kWh. Ces chiffres représentent une puissance installée de 0,01 kW par habitant et une consommation annuelle d'électricité de 25 kWh environ par habitant. Il n'existe pas de réserves prouvées de charbon ni de pétrole; les ressources hydro-électriques semblent insuffisantes pour répondre aux besoins à long terme de Ceylan. Les estimations de la demande vraisemblable d'énergie électrique en 1970 montrent qu'il devrait être rentable d'installer une centrale nucléaire vers la fin de la décennie 1960-1970. Parallèlement au développement ultérieur du potentiel hydro-électrique de Ceylan, la mission a suggéré une étude continue et approfondie des possibilités économiques et techniques d'utilisation de l'énergie d'origine nucléaire.

En Indonésie, la puissance installée totale est de 265 MW, ce qui représente 0,00015 kW par habitant et une consommation annuelle de 12,1 kWh par habitant. Dans l'immédiat, les besoins en énergie d'origine nucléaire ne sont pas très urgents, du fait qu'il existe des ressources hydro-électriques qui ne sont pas encore pleinement exploitées, ainsi que des réserves assez importantes de pétrole, de charbon et de gaz. Il semble toutefois que l'Indonésie devra faire un jour appel à l'énergie d'origine nucléaire; la mission estime donc que le Gouvernement serait bien inspiré de poursuivre ses études à long terme sur les possibilités de l'électricité d'origine nucléaire, étant donné surtout que le coût des sources classiques semble augmenter.

Certaines autorités indonésiennes pensent qu'il serait possible d'installer prochainement une petite centrale nucléaire dans une région écartée, à l'est du pays.

En Thaïlande, la puissance installée totale est de 142 MW (dont 76 MW dans la région de Bangkok); en 1957, la production totale d'énergie a atteint 340 millions de kWh environ. Ces chiffres représentent, par habitant, une puissance installée de 0,007 kW et une consommation annuelle d'environ 17,8 kWh. Les ressources énergétiques classiques dont le pays dispose pour assurer, à long terme, son industrialisation sont peu abondantes; il semble donc bien qu'il sera nécessaire de créer des centrales nucléaires. Dans l'immédiat, le projet hydro-électrique du Yanhee, complété par les centrales thermiques qui peuvent être facilement alimentées grâce au lignite local, suffira aux besoins énergétiques de la Thaïlande. Cependant, alors qu'il faut assurer le développement industriel du nord-est du pays, cette région est éloignée des sources ordinaires d'énergie et le coût de l'énergie électrique y est relativement élevé.

Les rapports de la mission contiennent aussi une importante documentation sur un certain nombre de questions connexes. Sur tous les problèmes intéressants, les membres de la mission ont eu des entretiens approfondis avec les autorités des pays visités. A la suite de ces entretiens, chacun des quatre pays a présenté à l'Agence des demandes d'assistance, notamment en ce qui concerne l'envoi d'experts et d'équipement. Certaines de ces demandes ont déjà été approuvées par le Conseil des gouverneurs de l'Agence.