

PERSPECTIVES DE L'ENERGIE ATOMIQUE DANS QUATRE ETATS AFRICAINS

Une mission d'assistance préliminaire de l'Agence internationale de l'énergie atomique s'est rendue au Ghana en mars-avril 1961 ; les membres de la mission ont également visité trois autres Etats africains : Dahomey, Libéria et Nigeria. * La mission, comme les six précédentes missions de l'Agence, a séjourné dans ces pays à la demande de leurs gouvernements. Elle avait pour mandat d'étudier les possibilités de développement de l'énergie atomique dans les quatre pays, d'aider les gouvernements à tracer les grandes lignes de leurs programmes d'énergie atomique et de voir comment l'Agence pourrait contribuer à la mise en oeuvre de ces programmes.

Dans chacun des pays visités, les membres de la mission ont eu des discussions approfondies avec des administrateurs et des scientifiques ; ils ont visité des établissements d'enseignement, des instituts de recherche et des centres techniques ; ils se sont aussi documentés sur les activités et les plans existant dans le domaine des applications pacifiques de l'énergie atomique. Les renseignements ainsi recueillis, qui ont servi de base aux rapports de la mission, seront particulièrement utiles lorsque l'Agence voudra arrêter la partie de son programme de formation et d'assistance technique concernant ces pays. Les recommandations de la mission relatives à des demandes précises d'assistance seront examinées en temps voulu par le Conseil des gouverneurs de l'Agence. Le présent article se borne à donner un aperçu des renseignements et observations d'ordre général présentés dans les rapports.

Organisation et formation

Au Ghana, le Conseil national de la recherche a été créé afin de promouvoir le développement des activités scientifiques, notamment dans le domaine de l'énergie atomique. Etant donné l'ampleur que l'on envisage de donner aux applications des radioisotopes, la mission a pensé qu'il serait peut-être souhaitable que le Gouvernement désigne un département ou un service gouvernemental particulièrement intéressé par ces questions qui serait chargé de contrôler l'importation, la distribution et l'utilisation des radioisotopes. Lorsque ce programme aura été bien lancé et que l'on envisagera d'entreprendre de nouvelles activités, le Gouvernement devra sans doute créer un organisme autonome pour diriger le développement de l'énergie atomique.

* Le chef de la mission était John Webb, haut fonctionnaire de la Division des fournitures techniques de l'Agence. Les autres membres de la mission étaient : S. Bouyer (Institut de recherches agronomiques tropicales, France), Hussein Talaat El-Daw (Division de la santé et de la sécurité et de l'élimination des déchets, AIEA), Andréi Kozlov (Division des échanges et des moyens de formation, AIEA) et Oliver Lloyd (Division des questions économiques et de l'assistance technique, AIEA).

Au Dahomey, on a l'intention d'utiliser prochainement les radioisotopes dans la recherche agricole ; mais, de l'avis de la mission, il n'est pas nécessaire de créer un service gouvernemental spécial pour en assurer le contrôle. Toutefois, lorsqu'on introduira l'emploi de l'énergie atomique à une plus grande échelle, il faudra prendre des mesures de santé et de sécurité en ce qui concerne l'importation, la distribution et l'utilisation des radioisotopes.

Au Nigeria, toutes les questions d'énergie atomique relèvent du Gouvernement fédéral, par l'intermédiaire du Département fédéral des mines et de l'énergie. Un groupe d'experts en radioprotection conseille le Gouvernement sur les questions de santé et de sécurité. La mission estime que le système actuel était satisfaisant ; il ne faudra envisager de le modifier que lorsque les activités d'énergie atomique prendront plus d'importance.

Pour le Libéria, la mission a estimé qu'il n'y avait pas lieu pour le moment de créer une commission ou une autorité chargée de l'énergie atomique. Néanmoins, il faudra peut-être prévoir un certain contrôle en matière de santé et de sécurité.

En ce qui concerne l'enseignement et la formation, la mission a constaté qu'au Ghana l'enseignement des sciences naturelles dans les écoles secondaires était satisfaisant et donnait aux élèves de bonnes connaissances de base avant leurs études universitaires. Le Collège universitaire du Ghana a des laboratoires bien équipés, un personnel enseignant qualifié et une bibliothèque bien pourvue. La physique nucléaire est enseignée dans le département de physique ; les étudiants de chimie reçoivent des notions de radiochimie. Le Collège universitaire a une petite section de radioisotopes qui pourrait servir à la formation et à la recherche. Un autre établissement d'enseignement supérieur qui mérite d'être mentionné est le Collège de technologie et de sciences appliquées de Kumasi. Les sciences nucléaires ne figurent pas encore au programme du Collège ; il sera peut-être nécessaire d'y inclure dans un proche avenir quelques cours sur les applications de l'énergie atomique.

Au Dahomey, les établissements d'enseignement se limitent à l'heure actuelle à des écoles primaires et secondaires, dont un lycée ; toutefois, la mission a été informée que l'on étudiait la création d'une université nationale. A présent, 300 à 400 étudiants dahoméens font des études universitaires en France et à Dakar. S'ils reviennent au Dahomey à l'issue de leurs études, ces étudiants pourront former un noyau de personnel scientifique et certains d'entre eux pourront faire partie du personnel enseignant de l'université nationale.

Au Nigeria, le Collège universitaire d'Ibadan a des laboratoires bien installés, du personnel en-

seignant compétent et une bibliothèque bien pourvue. Sur les 1 250 étudiants, environ 35 % font des études scientifiques; la physique nucléaire figure au programme de physique des deuxième et troisième années. Parmi les autres établissements d'enseignement, il faut citer l'Université du Nigeria, à Nsukka, qui s'est jusqu'ici consacrée aux disciplines littéraires et aux sciences sociales, mais où des cours de sciences sont prévus pour la prochaine année scolaire. Il est question d'étendre le Collège de lettres, sciences et technologie de Zaria, pour en faire une université qui comprendrait des facultés de sciences, d'agronomie et de technogénie.

L'Université du Libéria devra consacrer un certain temps à rehausser le niveau des connaissances des étudiants de première année avant de pouvoir leur dispenser un enseignement universitaire normal. Ce sera nécessaire notamment en ce qui concerne les sciences exactes et naturelles; à l'heure actuelle, le nombre d'étudiants choisissant cette voie est très limité. Le nombre de professeurs qualifiés est aussi insuffisant.

Les radioisotopes en agriculture

Au Ghana, des recherches importantes sont en cours à l'Institut de recherche sur le cacao de l'Afrique occidentale, à Tafo; étant donné la place qu'occupe le cacao dans l'industrie du Ghana, la mission a estimé qu'il y aurait lieu de développer assez rapidement l'utilisation des radioisotopes dans ces recherches. Quelques résultats ont déjà été obtenus en entomologie; il serait souhaitable de commencer des recherches sur la chimie des sols, les engrais et la physiologie des plantes. La Station agricole centrale de Kwadaso est bien équipée pour utiliser les radioisotopes; son programme de recherches débutera dès que le laboratoire sera terminé. Les premiers travaux devraient porter sur la fertilité des sols, les engrais et la nutrition minérale des plantes.

Au Dahomey, l'Institut de recherches pour les huiles et oléagineux est équipé pour utiliser les radioisotopes; à la Station du palmier à huile de Pobé, des études vont être entreprises sur les problèmes de fertilisation et de nutrition minérale du palmier; à la Station du cocotier de Semé-Podji, on fait appel au radiosodium pour étudier l'absorption et le rôle physiologique du sodium. Les laboratoires de la Station de Niaouli pourraient utiliser les radioisotopes dans les recherches sur la fertilisation et sur la nutrition minérale du maïs, du manioc et du caféier. L'Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (O. R. S. T. O. M.) s'intéresse à l'utilisation des radioisotopes. Le Gouvernement prévoit la création, à proximité de Cotonou, d'une école d'agriculture équipée de laboratoires de recherche, dont certains exploités en liaison avec l'O. R. S. T. O. M. La mission a également noté l'intérêt suscité par la possibilité d'utiliser la technique des indicateurs pour étudier les migrations des poissons.

Au Nigeria, la Station fédérale de recherches agricoles de la Plantation Moor-Road, à Ibadan, est bien équipée pour la recherche classique; le personnel s'est beaucoup intéressé aux possibilités

offertes par les radioisotopes. La station pourrait utilement commencer à utiliser les radioisotopes dans des études sur la physiologie des plantes. Dans la Région orientale, des spécialistes formés à l'emploi des radioisotopes travaillent à la Station de recherche agronomique d'Umudiké. Lorsque la construction des laboratoires sera terminée, il faudrait envisager l'utilisation des radioisotopes dans les études sur la chimie des sols, les engrais et la physiologie des plantes. Dans la Région septentrionale, la Station régionale de recherche de Samaru met en oeuvre un vaste programme de recherches visant à l'amélioration des rendements agricoles. La station possède du matériel de comptage et du personnel familiarisé avec l'emploi des radioisotopes; il est prévu que des recherches à l'aide des radioisotopes commenceront en 1963. L'Institut de l'Afrique occidentale pour la tripanosomiase a l'intention d'utiliser des radioisotopes comme indicateurs; le matériel nécessaire a été commandé. Dans la Région occidentale, le personnel de la Station de recherche agronomique d'Ibadan s'intéresse à l'irradiation des semences; la mission a estimé que pour le moment l'irradiation pourrait être pratiquée dans un centre scientifique outre-mer. On a également étudié la possibilité d'utiliser le tritium pour résoudre les problèmes que pose l'approvisionnement en eau au moyen de puits artésiens dans la partie du Nigeria proche du lac Tchad; cette question sera examinée de manière plus approfondie lorsque le Gouvernement aura fourni les renseignements de base indispensables.

Au Libéria, la Station expérimentale centrale d'agriculture de Suacoco s'intéresse vivement à l'utilisation des radioisotopes dans la recherche agricole. La mission a estimé que ces méthodes pourraient être appliquées dans quelques années à l'étude des sols et en entomologie, notamment en ce qui concerne la dynamique du phosphore dans les sols et la biologie de certains insectes nuisibles. Par la suite, les radioisotopes pourraient servir à déterminer sous quelle forme et à quelle distance des plantes les engrais produisent les meilleurs résultats. Plus tard, il serait possible de faire irradier des semences ou des plantes dans un centre approprié outre-mer. La mission a été informée qu'on envisageait d'utiliser les radioisotopes dans des études sur la culture de l'hévéa; ces méthodes seraient, semble-t-il, appliquées également à l'étude des plantes vivrières; de l'avis de la mission, elles devraient permettre de mettre au point des variétés de plantes donnant un meilleur rendement et résistant mieux aux maladies.

Applications médicales

Au cours des visites de la mission aux centres médicaux du Ghana et des entretiens qu'elle a eus avec le personnel médical, celui-ci a manifesté son intérêt dans l'utilisation éventuelle des radioisotopes en recherche médicale, notamment dans l'étude de l'anémie, des maladies du métabolisme et des maladies de carences. A l'heure actuelle, il n'y a pas d'école de médecine au Collège universitaire du Ghana et les radioisotopes n'ont pas encore été utilisés en médecine. On peut cependant prévoir l'introduction prochaine de ces applications. La mission a estimé que le Gouvernement devrait envisager

la possibilité de prévoir, dans le cadre de l'école de médecine projetée, une section spéciale pour les applications médicales des radioisotopes.

Au Dahomey, les rayonnements ionisants n'ont été appliqués jusqu'ici que dans le diagnostic au moyen des rayons X. A Cotonou, un hôpital général moderne est en cours d'achèvement; on y installera des appareils de radiothérapie profonde pour le traitement du cancer, ainsi qu'un appareil d'exploration radiologique. Les interlocuteurs de la mission ont déclaré qu'ils s'intéressaient à l'emploi éventuel des méthodes utilisant les radioisotopes. De l'avis de la mission, la création d'un petit laboratoire de radioisotopes, en vue de leur utilisation dans le diagnostic et le traitement de certaines maladies, pourrait se justifier dans le proche avenir. A cet effet, il suffirait de modifier légèrement les plans du nouvel hôpital de Cotonou.

Au Nigeria, la mission a appris que l'on envisageait d'introduire une réglementation en matière de santé et de sécurité pour l'ensemble du pays et qu'il serait créé sous peu un organisme chargé du contrôle général des risques dus aux rayonnements. On ne pratique encore aucune application médicale des radioisotopes, à l'exception d'un modeste début dans la recherche à l'Ecole de médecine d'Ibadan. A la Section de pharmacie du Collège universitaire d'Ibadan, on se sert d'eau tritiée pour étudier divers oedèmes et l'on procède à des essais pharmacologiques au moyen de médicaments tritiés, afin d'en suivre le métabolisme. On se propose également de créer à l'hôpital du Collège un service de recherche médicale qui comprendra un appareil de télécobalt-thérapie. Les autorités compétentes ayant soulevé la question du niveau de contamination radioactive de diverses denrées alimentaires, la mission leur a expliqué le genre d'assistance que le laboratoire de l'Agence pourrait leur fournir pour l'analyse de cette contamination. De l'avis de la mission, la création d'un petit laboratoire de radioisotopes pour le diagnostic et le traitement de certaines maladies pourrait se justifier prochainement dans la Région septentrionale du Nigeria; il y aurait lieu d'en tenir compte lors de l'établissement des plans du nouvel hôpital régional. En outre, il faudrait aussi envisager l'installation d'appareils de téléthérapie au cobalt-60 ou au césium-137.

De l'avis de la mission, les applications médicales des radioisotopes ne pourraient pas être répandues actuellement au Libéria. Malgré l'importance des appareils de téléthérapie pour le traitement du cancer, le nombre des cas enregistrés au Libéria ne justifie pas encore l'installation d'appareils aussi coûteux; il faut aussi tenir compte du manque de personnel qualifié et de l'existence d'autres besoins médicaux plus urgents. En outre, on a constaté que la majorité des cas connus de cancer étaient très avancés lorsque les malades se présentaient pour se faire soigner, ce qui diminue fortement la valeur du traitement. Néanmoins, les méthodes de téléthérapie seront extrêmement précieuses lorsqu'on disposera de moyens de formation et de personnel qualifié, que les conditions médicales se seront améliorées et qu'un diagnostic précoce du cancer sera possible. De l'avis de la mission, les propositions à l'étude au sujet de la création d'une

école de médecine devraient prévoir l'emploi des radioisotopes dans l'enseignement et, dans une certaine mesure, dans le diagnostic, le traitement et la recherche.

Matières premières

Au Ghana, les perspectives de découverte de gisements de matières premières nucléaires peuvent être considérées comme prometteuses. Le Service géologique est bien organisé, actif et capable d'exécuter tout programme de prospection. De plus, l'école de géologie du Collège universitaire du Ghana est bien équipée pour former des géologues. Déjà, des programmes restreints de prospection d'uranium ont été entrepris et le matériel nécessaire a été fourni aux géologues. Bien que le développement de l'énergie hydroélectrique limite les perspectives immédiates de l'énergie d'origine nucléaire, la mission a estimé qu'il ne faudrait pas négliger la prospection des matières premières nucléaires, du fait notamment que le pays ne dispose pas de combustibles fossiles et que les conditions géologiques ne permettent pas d'espérer en trouver. Dans les conditions actuelles, l'exploitation de minerais de béryl se justifierait; de même, il serait utile d'exploiter les minerais de thorium - columbite et tantalite - dont des gisements ont été découverts au Ghana.

A en juger par la variété des minerais découverts au Dahomey, on est fondé à considérer les ressources minières de ce pays comme prometteuses, bien qu'elles soient encore pratiquement inexploitées. Faute de services géologiques, les travaux de prospection des matières premières nucléaires seront limités; cependant ces matières peuvent présenter une grande importance, car on ne connaît pas de gisements de combustibles fossiles. Les facteurs géologiques justifieraient la prospection de l'uranium; des traces de béryl et des venues de pegmatites acides dont des indices encourageants pour la prospection et l'exploitation de ce minéral. Un relevé géophysique aérien du pays doit être effectué en vue de déterminer avec plus d'exactitude l'importance des gisements; à cet égard, il serait avantageux d'inscrire dans le cadre de ces travaux une enquête à l'aide de scintillateurs.

Le Nigeria dispose d'un Service géologique de premier ordre, mais il fonctionne actuellement en-dessous de sa capacité en raison des difficultés de recrutement de géologues confirmés. Ce Service sera très précieux pour l'exécution de tout programme de prospection des matières premières nucléaires. D'une façon générale, les géologues estiment, sur la base des travaux déjà effectués sur le terrain, qu'il ne faut pas s'attendre à découvrir des gisements d'uranium dans un pays considéré comme essentiellement riche en thorium. Si la découverte de béryl est encourageante, il faut noter que l'on ne connaît pas encore de gisements susceptibles d'être exploités à l'échelle commerciale. En ce qui concerne le niobium, la position du Nigeria, important producteur de columbite et de tantalite, est très favorable. Grâce à la production de columbite - tantalite - étain, l'approvisionnement en thorium sous forme de thorite peut être également assuré. D'autres perspectives existent dans les placers de monazite.

Le Libéria ne possède pas de réserves de combustibles fossiles; bien que le bois d'oeuvre se trouve en abondance, il est peu probable que son utilisation en tant que combustible soit prise en considération. La structure géologique du pays ne semble guère indiquer l'existence de gisements de combustibles fossiles; quant aux ressources hydro-électriques, elles sont relativement faibles et ne suffisent qu'aux besoins à court terme. En revanche, certains facteurs géologiques permettent d'espérer des gisements d'uranium et autres matières nucléaires; aussi ne serait-il pas prématuré d'entreprendre leur prospection. Les travaux seront malheureusement limités par le manque de géologues. Pour remédier à cette situation, le Bureau des ressources naturelles a pris des dispositions pour la formation de géologues à l'étranger et il a engagé des négociations avec une organisation outre-mer pour obtenir le personnel et le matériel nécessaires au renforcement du service existant.

Energie d'origine nucléaire

Sur le plan industriel et énergétique, le développement du Ghana est étroitement lié au projet hydroélectrique de la Volta. Grâce à cette grande réalisation, le pays disposera, pendant de nombreuses années, d'une source abondante d'énergie à bas prix qui lui permettra de répondre à ses principaux besoins industriels. D'autres projets hydroélectriques connexes sont à l'étude à Bui et à Namboi; s'ils sont exécutés, il est probable que les besoins énergétiques des régions occidentale et septentrionale du pays se trouveront entièrement satisfaits. Si le Ghana dispose d'un important potentiel hydroélectrique, il ne possède pas de combustibles fossiles et se trouve donc entièrement tributaire de l'étranger. La mission a été d'avis qu'il y aurait lieu de ne pas perdre de vue les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire. Elle a noté que l'on étudiait la possibilité d'installer un réacteur destiné à la recherche et à la formation.

A l'heure actuelle, les besoins énergétiques du Dahomey sont peu importants et sont concentrés autour des villes principales : Cotonou, Porto-Novo et Ouidah. La production d'énergie électrique est présentement assurée par des centrales thermiques utilisant du mazout importé. On pourrait, semble-t-il, avoir recours à l'énergie hydroélectrique, mais on n'a pas encore entrepris d'études à cet égard. Il est évident que l'augmentation de la production d'énergie dépendra du développement industriel; on croit savoir que l'augmentation de la consommation d'énergie dépendra essentiellement de l'extension des installations portuaires et de la création de la nouvelle ville de Cotonou. Même dans ces conditions, il est douteux que les besoins énergétiques du pays dépassent 10 MW dans l'avenir prévisible. Néanmoins, il conviendrait de ne pas négliger les perspectives offertes par l'énergie d'origine nucléaire, étant donné que le programme de mise en valeur du pays vient d'être lancé et que l'on ne connaît actuellement aucun gisement de combustibles fossiles. Le

Dahomey aurait donc intérêt à suivre de près l'évolution de la technologie de l'énergie d'origine nucléaire.

Le Nigeria possède un réseau électrique efficace et bien organisé; il a établi des plans à long terme pour produire l'énergie nécessaire au développement industriel. Ces plans sont fondés sur l'exploitation du potentiel hydroélectrique du pays, le projet principal étant la construction du barrage de Jebba sur le Niger. Les autorités du Nigeria s'attendent que la réalisation de ce programme et l'établissement d'un réseau interconnecté assureront au pays suffisamment d'énergie électrique pour répondre aux besoins jusqu'à la fin du siècle. Le Nigeria possède également d'importantes réserves de pétrole et de gaz naturel; ce dernier pourrait être utilisé pour la production industrielle d'énergie. Il est peu probable qu'au stade actuel l'énergie d'origine nucléaire puisse concurrencer l'énergie classique. En ce qui concerne les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire dans les régions éloignées des centrales existantes ou envisagées, les autorités du Nigeria estiment fort peu probable que la demande dans ces régions ne puisse pas être satisfaite, dans des conditions économiques, grâce au réseau interconnecté. Cependant, les aspects économiques du transport de l'énergie pourraient justifier dans certains cas le recours à de petites centrales nucléaires; aussi les autorités du Nigeria auraient-elles intérêt à suivre les travaux de recherche et de mise au point concernant les réacteurs de petite puissance.

Les besoins futurs du Libéria en énergie électrique ont fait l'objet d'une étude d'ensemble, que le Gouvernement du Libéria a confiée à une organisation d'outre-mer. On y a évalué les besoins prévisibles jusqu'au début de la décennie 1970 et présenté des propositions pour les satisfaire. On y a aussi examiné les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire; on est arrivé à la conclusion que la façon la plus économique de satisfaire les besoins consistait à recourir aux centrales thermiques et hydrauliques. Bien que la mission de l'Agence partage dans l'ensemble cette manière de voir, elle a estimé que les besoins augmenteraient vraisemblablement à un rythme plus rapide que prévu. La conclusion ci-dessus était fondée sur les données que l'on possédait, lors de l'étude, sur les prix de revient de l'énergie d'origine nucléaire; depuis, la recherche et la mise au point, notamment en ce qui concerne les réacteurs de petite ou moyenne puissance, ont accusé de tels progrès que l'on peut envisager la possibilité de voir l'énergie d'origine nucléaire devenir concurrentielle avant l'expiration de la période considérée dans l'étude, surtout si l'on tient compte du prix élevé de l'électricité au Libéria, du rythme rapide d'industrialisation que l'on y prévoit et du manque relatif de ressources hydroélectriques. Pour toutes ces raisons, la mission a recommandé que la situation énergétique fasse l'objet d'une étude constante de la part des autorités du Libéria et que l'on suive attentivement les progrès concernant l'énergie d'origine nucléaire.