

URANIUM ET PHOSPHATES DANS LA REPUBLIQUE ARABE UNIE

En réponse à une demande présentée par le Gouvernement de la République Arabe Unie, l'Agence a chargé un expert soviétique, le Professeur B. V. Nevsky, de faire sur place une étude des données concernant l'extraction et le traitement des phosphates dans la R. A. U. et de voir s'il est possible de séparer l'uranium qui se trouve dans les phosphates naturels. Dans le rapport qu'il a adressé au Directeur général de l'Agence, M. Nevsky a conclu comme suit :

1. La teneur en uranium du minerai tout-venant de la République Arabe Unie est très faible et il est donc peu probable que l'extraction de l'uranium soit rentable.
2. Il importe de pousser les travaux de prospection en vue de découvrir des régions et gisements de phosphates naturels plus riches en uranium.
3. Il est essentiel d'organiser des travaux de recherche sur les moyens d'extraire l'uranium que contiennent les divers types de phosphates naturels de la République Arabe Unie, par des méthodes mécaniques de concentration et des méthodes de traitement chimique.
4. L'Agence pourra faciliter l'exécution de ces travaux soit en envoyant le nombre de techniciens requis pour aider à organiser et à entreprendre les recherches dans la R. A. U., soit en obtenant d'Etats Membres qui en ont les moyens, de faire des recherches préliminaires (en collaboration avec des représentants de la R. A. U.) sur des échantillons de phosphates naturels.

On trouvera ci-dessous le détail des conclusions du Professeur Nevsky (néanmoins, certaines précisions d'ordre technique n'ont pas été mentionnées ici).

Gisements et utilisation actuelle de minerais

La R. A. U. possède plusieurs gisements de phosphorites : les plus importants sont situés sur le littoral de la mer Rouge (Kossefr, Safaga) et dans la vallée du Nil (Sebaïa, Bissalefa). Les gisements du littoral de la mer Rouge sont exploités principalement en vue de l'exportation des phosphates sans aucune transformation; ceux de la vallée du Nil le sont en vue du traitement chimique des minerais et de leur transformation en superphosphates pour les besoins de la R. A. U. Pendant la période 1936-1948, l'extraction annuelle de phosphorites en Egypte a varié entre 291 000 et 515 000 tonnes; la teneur en acide phosphorique (P_2O_5) est d'environ 30 pour cent. Les phosphorites du littoral de la mer Rouge ont une teneur légèrement plus élevée en P_2O_5 que ceux de la vallée du Nil. En 1944, les réserves étaient estimées à environ 180 millions de tonnes. A l'heure actuelle, la production annuelle est approximative-

ment de 500 000 tonnes et les réserves sont estimées à 200 millions de tonnes environ. On ne possède que des données fragmentaires sur la teneur en uranium des phosphorites de la R. A. U. : elle varie de 0,003 à 0,007 pour cent (il semble que les phosphorites de Sebaïa contiennent légèrement plus d'uranium que ceux du littoral de la mer Rouge).

Les phosphorites de la R. A. U. sont traitées dans deux usines (Kafr-el-Zaiyât et Abou-Zabal) par la méthode habituelle c'est-à-dire à l'acide sulfurique; on produit ainsi annuellement 200.000 tonnes de superphosphates simples ayant une teneur en P_2O_5 assimilable d'environ 15 à 17 pour cent. Comme matières premières pour la production d'acide sulfurique, on utilise des pyrites importées.

Conformément au plan quinquennal, on envisage également de produire des superphosphates triples ayant une teneur en P_2O_5 assimilable d'environ 45 à 48 pour cent; la fabrication pourrait atteindre 100 000 tonnes vers 1962-1963. Ce produit sera destiné aux marchés étrangers. En effet, les superphosphates triples présentent un double avantage à l'exportation : les frais de transport sont moins élevés et on peut utiliser, pour les produire, des phosphates de qualité inférieure. On n'a pas encore arrêté le mode de production des superphosphates triples. Si l'on utilise la voie "humide" (avec l'acide sulfurique) pour fabriquer l'acide phosphorique nécessaire à la production des superphosphates triples, on peut construire l'usine dans la région de Suez-Alexandrie, car elle travaillera avec l'acide sulfurique obtenu à partir du soufre brut extrait près de Suez. Dans ce cas, les dépenses d'investissement (pour deux installations, produisant chacune 50 000 tonnes de superphosphates triples) sont évaluées

LES ISOTOPES DANS LE DIAGNOSTIC MEDICAL (Suite de la page 4)

Au cours des débats, le Dr Kerue (AIEA) a donné une démonstration pratique du fonctionnement d'un nouveau dispositif électronique, dont l'emploi permet de renforcer considérablement les contrastes et d'améliorer le pouvoir de résolution, pour les images enregistrées par les machines exploratrices; c'est le premier appareil électronique mis au point et construit dans les laboratoires de l'Agence.

Les Journées d'études ont réuni environ quarante participants appartenant à une vingtaine de pays. Les mémoires présentés à cette occasion et les comptes rendus des débats seront publiés par l'Agence internationale de l'énergie atomique, en coopération avec l'Organisation mondiale de la santé.

à 3 300 000 livres égyptiennes environ; le coût de production d'une tonne de superphosphates triples sera environ 26,5 livres égyptiennes (ceci si l'on compte une dépense de 13 livres égyptiennes par tonne d'acide sulfurique). Il resterait un bénéfice annuel évalué à environ 500 000 livres égyptiennes.

On peut également fabriquer des superphosphates triples en utilisant de l'acide phosphorique produit par voie "sèche" (méthode électrothermique). Dans ce cas, on n'a pas besoin d'acide sulfurique, ce qui est intéressant car la R. A. U. n'en fabrique pas. On le remplace par l'énergie électrique (environ 3 000 kWh par tonne) et l'usine peut être construite dans la région d'Assouan. Le prix de revient d'une tonne de superphosphates triples ainsi fabriqués serait inférieur d'environ 2 livres égyptiennes au précédent.

Extraction de l'uranium

A l'heure actuelle l'extraction de l'uranium comme sous-produit n'est possible que si l'on fabrique l'acide phosphorique par voie "humide" (extraction). L'extraction de l'uranium au cours de la production d'acide phosphorique par la méthode électrothermique ou de superphosphates simples n'est pas encore réalisable.

On peut utiliser diverses méthodes pour extraire l'uranium à partir de l'acide phosphorique obtenu par voie "humide" : extraction au moyen de solvants organiques (phosphates d'alcyle), séparation chimique par précipitation, électrolyse et, dans certains cas, utilisation de résines échangeuses d'ions.

Pour une production annuelle de 100 000 tonnes de superphosphates triples il faut traiter environ 150 000 tonnes de phosphorites, dont la moitié est utilisée pour le produit intermédiaire, c'est-à-dire l'acide phosphorique. Si l'on se sert de phosphorites ayant une teneur en uranium légèrement plus élevée (environ 0,007 pour cent) pour fabriquer l'acide phosphorique, on peut obtenir environ 4 à 5 tonnes d'uranium par an sous la forme d'un concentré chimique ayant une teneur en uranium d'environ 40 à 50 pour cent. Les dépenses d'investissement pour la construction d'une installation d'extraction de l'uranium seraient de l'ordre de 400 000 dollars, soit environ 200 000 livres égyptiennes. Le kilo d'uranium sous forme de concentré chimique coûterait probablement au moins 60 à 80 dollars, soit environ trois fois plus que s'il était produit à partir des minerais d'uranium que l'on traite habituellement (20 à 25 dollars le kilo), ce qui implique que l'extraction de l'uranium comme sous-produit n'abaissera pas le prix de revient des superphosphates triples.

Etant donné la teneur en uranium extrêmement faible du minerai tout-venant, l'extraction de l'uranium n'est pas rentable à l'heure actuelle. C'est pourquoi, pour choisir le procédé de fabrication des superphosphates triples dans la R. A. U., on doit se fonder non sur la possibilité d'extraire de l'uranium comme sous-produit, mais sur les considérations

suivantes : coût de l'acide sulfurique et possibilités d'approvisionnement, coût du kWh et possibilités d'approvisionnement en énergie électrique, coût du transport, coût du matériel et possibilités d'approvisionnement, etc. A cet égard, l'utilisation d'acide phosphorique obtenu par voie "sèche" (procédé électrothermique) sera sans doute plus utile pour la fabrication de superphosphates dans le cas de la R. A. U. que toute autre méthode.

Possibilités d'extraire l'uranium d'autres phosphates naturels

La R. A. U. espère également produire de l'uranium à partir d'autres types de phosphates naturels.

Les monazites (sous forme de phosphates de terres rares et de thorium) contiennent une certaine quantité d'uranium (de 0,1 à 0,3 pour cent). Toutefois, la production d'uranium à partir de monazites est conditionnée par la nécessité de trouver un débouché intéressant pour de très grandes quantités de thorium (la proportion est d'environ 25 parties de thorium pour une d'uranium), et surtout de terres rares (la proportion est d'environ 300 parties de terres rares pour une d'uranium). De plus, le marché des terres rares est très restreint pour le moment et le prix de ces substances, non séparées, est peu élevé (aux Etats-Unis, 20 cents environ le kilo d'un mélange de sulfates, carbonates ou autres composés de terres rares).

La R. A. U. possède également des gisements de phosphates dont l'exploitation n'est pas rentable en raison de leur teneur en phosphore et autres éléments (aluminium et fer, principalement) mais qui contiennent un peu plus d'uranium (c'est le cas de certains gîtes de la région de Kosseïr et des grès de la région du Djébel Katrani, près d'El Fayoum).

Il importe au premier chef de développer et d'intensifier la prospection de ces gisements. On peut extraire l'uranium de minerais de ce type, si l'enrichissement par des moyens mécaniques donne de bons résultats. Les concentrés d'uranium et de phosphore ainsi obtenus peuvent alors subir les diverses opérations de traitement décrites plus haut en vue de l'extraction de l'uranium et du phosphore.

Lorsque la teneur en uranium est assez élevée (plus de 0,1 pour cent), ces minerais peuvent également être traités directement - si l'enrichissement par des moyens mécaniques ne donne pas de bons résultats - par une lessive acide et on obtient un précipité faiblement acide - d'une concentration d'environ 20 pour cent en P_2O_5 ; l'uranium est ensuite extrait de la solution. En utilisant cette méthode, il est également possible de séparer les phosphorites au moyen de l'acide chlorhydrique.

Recherche des procédés à employer

Il n'est pas possible d'indiquer d'une manière définitive quelles devraient être les opérations à effectuer successivement ni quels seraient les indi-

ces correspondants (production, consommation de matières premières, d'énergie, etc.) tant que l'on n'aura pas fait les recherches scientifiques nécessaires, notamment des essais sur des échantillons représentatifs de minerais provenant des différentes régions.

Tout d'abord, il faut procéder à des recherches préliminaires au laboratoire afin de déterminer les méthodes et procédés qui donneront les meilleurs résultats : des essais semi-industriels sur quelques vingtaines de tonnes de minerai permettront ensuite de perfectionner ces procédés et de calculer tous les indices correspondants (consommation de réactifs, extraction des constituants utiles, qualité des produits obtenus, etc.).

A cette fin, des recherches devront être entreprises sur les points suivants :

- a) Composition des minerais;
- b) Possibilité d'enrichir les minerais en séparant les parties constituantes par concassage et broyage, puis criblage;
- c) Possibilité de classement radiométrique des minerais;
- d) Possibilité d'enrichir les minerais par flottation;
- e) Possibilité d'enrichir les minerais par une combinaison de procédés déjà énumérés;
- f) Différentes méthodes de digestion des minerais d'uranium et phosphore et des produits de leur concentration;
- g) Différentes méthodes d'extraction de l'uranium contenu dans des solutions d'acide phosphorique;
- h) Différentes méthodes d'affinage des concentrés chimiques d'uranium obtenus;
- i) Différentes méthodes d'extraction du phosphore contenu dans les solutions, après extraction de l'uranium.

Les seules recherches au laboratoire dureront probablement de un an à dix-huit mois et occuperont au moins 4 ou 5 spécialistes très qualifiés dont l'un devra avoir une expérience et une compétence assez étendues pour pouvoir coordonner l'ensemble des travaux.

Une fois terminées les recherches au laboratoire, il faudra étudier et construire une installation pilote pouvant traiter de 1 à 2 tonnes de minerai par jour au moins. C'est seulement lorsque le procédé de traitement aura été mis au point dans tous ses détails dans une installation pilote que l'on pourra passer à l'étude d'installations industrielles pour le traitement des minerais d'uranium et de phosphore dans la République Arabe Unie.

Aide de l'Agence

L'Agence pourrait aider la R. A. U. à exécuter ce projet :

- a) En lui envoyant deux ou trois techniciens qualifiés (ingénieurs spécialistes de la préparation des minerais et hydrométallurgistes) pour organiser les travaux de recherche (pendant une période de six mois);
- b) En demandant à un ou plusieurs Etats Membres ayant une expérience suffisante dans ce domaine d'effectuer les travaux préliminaires de recherche scientifique sur des échantillons de minerais, étant entendu que trois ou quatre techniciens de la R. A. U. pourraient participer à ces travaux (pendant une période de six mois au moins).

La première méthode semble préférable car elle permettrait à la R. A. U. de poursuivre plus facilement les travaux entrepris. L'Agence pourrait ultérieurement offrir à la R. A. U. de l'aider à étudier, monter et mettre en marche d'abord l'installation pilote, puis les installations industrielles pour le traitement des minerais d'uranium et de phosphore.

PROGRAMME D'ECHANGES ET DE BOURSES

Au mois de février 1959, l'Agence avait reçu et examiné près de 300 candidatures, provenant de 31 pays, à des bourses d'études nucléaires. Plus de 200 candidats, appartenant à 29 pays différents, ont été retenus pour être envoyés dans des centres de formation de 21 pays. L'Agence a déjà octroyé plus de 100 bourses; plus de 40 boursiers ont déjà commencé leurs études.

C'est pour remplir l'une de ses attributions statutaires - "développer les échanges et les moyens de formation de savants et de spécialistes dans le domaine de l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques" - que l'Agence a élaboré ce vaste plan de formation.

Elle s'acquitte de cette tâche grâce à son programme d'échanges et de bourses, qui vise trois types de formation :

- 1) Formation aux techniques générales, en vue d'acquérir la pratique de certaines techniques fondamentales en matière d'énergie nucléaire;
- 2) Formation spécialisée, destinée à préparer des spécialistes des aspects théoriques et expérimentaux de la science et de la technologie nucléaires;
- 3) Formation à la recherche, c'est-à-dire formation poussée comprenant la participation