

EAU LOURDE A ASSOUAN

L'eau lourde, utilisée comme modérateur dans certains types de réacteurs nucléaires, est produite dans plusieurs pays; d'autres se préparent à la fabriquer. L'une des méthodes de production consiste à extraire l'hydrogène lourd (deutérium) de l'hydrogène industriel et à obtenir de l'eau lourde (D_2O) par combustion du deutérium gazeux. Les usines d'engrais azotés sont une source importante d'hydrogène industriel.

L'usine d'engrais de la Société égyptienne de produits chimiques (Kima) - en construction à Assouan, dans la haute vallée du Nil - produira un mélange de nitrate d'ammonium et de carbonate de calcium titré à 25,5 pour cent d'azote. Il est également question de construire au même endroit une installation de production d'eau lourde qui serait associée à l'usine d'engrais.

À la demande du Gouvernement de la République Arabe Unie, l'Agence internationale de l'énergie atomique a demandé à M. Victor Thayer de faire une expertise portant sur les aspects techniques, économiques et autres du projet d'usine de production d'eau lourde. Attaché à la Division de l'énergie atomique de la société Du Pont, M. Thayer a collaboré à la mise au point de méthodes de production d'eau lourde ainsi qu'à l'étude et à la construction d'usines d'eau lourde.

M. Thayer a présenté son rapport au Directeur général de l'AIEA. Voici le résumé de ses principales conclusions : 1) L'obtention d'eau lourde comme sous-produit de la fabrication d'engrais à Assouan est possible du point de vue technique. À cette fin, on pourrait extraire le deutérium de l'hydrogène industriel soit par échange isotopique, soit par liquéfaction et distillation; le choix entre les deux méthodes dépend de facteurs économiques. 2) Le prix de l'eau lourde fabriquée à Assouan serait compétitif, à condition toutefois que le fabricant puisse passer des contrats fermes pour la livraison de matériel garanti, à des prix garantis qui ne s'écarteront pas trop de ceux du devis primitif. 3) Il est difficile de prévoir quelle sera à l'avenir la situation sur le marché de l'eau lourde. Premièrement, les États-Unis ont une très grande capacité de production, qui est en grande partie inemployée, étant donné la faiblesse de la demande. Deuxièmement, la quantité d'eau lourde fabriquée en dehors des États-Unis est assez faible et elle est vendue à des prix plus élevés que celui du tarif américain. La situation future du marché dépendra nécessairement de la possibilité de vente libre de l'eau lourde par le Gouvernement des États-Unis.

M. Thayer termine son rapport par quelques observations sur l'aide que l'AIEA pourrait encore apporter à l'exécution du projet. Il signale que la Société égyptienne de produits chimiques voudrait passer un marché pour une installation de production d'eau lourde, sur la base de prix contractuels

fermes pour la livraison du matériel et de garanties expresse de bon fonctionnement portant sur la quantité d'hydrogène traitée, la consommation d'électricité et la quantité d'eau lourde produite. Toutefois, si les fournisseurs de matériel de ce genre qui ont fait des offres préliminaires se trouvaient par la suite dans l'impossibilité de faire des soumissions fermes à des prix acceptables, il se pourrait, selon M. Thayer, que les services égyptiens de l'énergie atomique et la Société égyptienne de produits chimiques demandent à l'Agence de les aider à revoir l'ensemble de la question de la production d'eau lourde dans la République Arabe Unie.

Les commentaires détaillés de M. Thayer sur ce projet sont résumés ci-après :

Possibilités de réalisation sur le plan technique

Il a été démontré qu'il était possible d'extraire le deutérium de l'hydrogène industriel et notamment de l'hydrogène obtenu par électrolyse de l'eau (méthode employée à Assouan). C'est par cette méthode que le Canada et la Norvège produisent de l'eau lourde. Il existe plusieurs procédés d'extraction, notamment l'échange isotopique avec l'eau en phase vapeur, la distillation de l'hydrogène liquide et l'échange isotopique avec l'eau en phase liquide.

Étude économique du projet

Le prix de revient de l'eau lourde (y compris le service des investissements) dont la fabrication est liée à celle de l'hydrogène par électrolyse de l'eau serait compris entre 20 et 30 dollars la livre

SECURITE DANS LA MANIPULATION DES ISOTOPES (Suite de la page 13)

de chevauchement d'activités entre deux organisations, mais ce genre de choses se produit fréquemment. Nous devrions donc décider quelle est l'organisation la plus importante et la charger de coordonner tous les travaux de portée internationale se rapportant à l'énergie nucléaire et d'approuver les programmes des autres institutions.

Dans le cas contraire, nous serons en présence de deux ou trois systèmes de normes, c'est-à-dire que nous créerons le genre de problèmes que nous nous efforçons de résoudre dans d'autres domaines...

De toute évidence, l'organisation qui devrait détenir l'autorité suprême en matière de coordination est l'Agence internationale de l'énergie atomique, car elle seule a un caractère réellement international."

(453 g); ce prix serait fonction surtout du montant des investissements nécessaires et du taux d'amortissement. Le montant exact des investissements nécessaires n'est pas encore connu, mais des estimations préliminaires ont été obtenues. Les frais d'exploitation, non compris le service des investissements, seraient de l'ordre de 7 à 13 dollars la livre.

Etant donné les progrès techniques accomplis dans les procédés d'enrichissement direct de l'eau ordinaire en eau lourde, il ne semble pas que sur le plan économique il y ait avantage à obtenir de l'eau lourde comme sous-produit de la fabrication d'hydrogène industriel. Il se pourrait fort bien qu'en fin de compte la production directe soit moins coûteuse. Pour le moment, on peut dire que les prix de revient sont du même ordre pour les deux méthodes.

Etude du marché

1) Capacité de production existante

Les Etats-Unis possèdent une capacité d'environ 1 000 "tonnes courtes" (900 tonnes métriques) par an, mais en raison de la faiblesse de la demande, ils n'en utilisent que la moitié. Le procédé employé est celui de l'échange entre l'eau et l'hydrogène sulfuré pour l'enrichissement direct de l'eau ordinaire en eau lourde.

Au Canada, l'usine de Trail produit environ 8 "tonnes courtes" par an. Le prix de revient marginal est probablement inférieur au prix américain - qui atteint 28 dollars la livre - mais le prix de revient moyen, y compris le service des investissements, est sans doute supérieur à ce chiffre. Le Canada achète de l'eau lourde aux Etats-Unis.

En Norvège, on fabrique de l'eau lourde à Rjukan depuis 1940. La production norvégienne actuelle serait de l'ordre de 10 à 12 tonnes par an.

Dans la République fédérale d'Allemagne, la Société Farbwerke Hoechst a signalé à Genève qu'elle mettrait en marche en juin 1958 une usine pour la liquéfaction et la distillation du gaz ammoniac de synthèse (mélange gazeux, 75 % d'hydrogène, 25 % d'azote). La capacité prévue pour cette usine est de 6 tonnes d'eau lourde par an.

La technologie de la distillation de l'hydrogène industriel pour la production d'eau lourde a fait l'objet d'exposés de techniciens soviétiques à la deuxième Conférence de Genève. On ne possède aucun renseignement précis sur la quantité d'eau lourde produite en Union soviétique, mais ce que l'on sait du développement des réacteurs à eau lourde dans la zone d'échanges de l'Europe orientale laisse à penser que l'Union soviétique en produit des quantités importantes.

2) Capacité de production envisagée

L'Inde a établi le projet d'une usine qui aurait une capacité de 14 tonnes par an et serait construite près de ses installations de Bhakra Nangal, sur le

fleuve Sutledj; l'eau lourde serait produite par distillation de l'hydrogène fabriqué dans une usine d'engrais.

Un groupe d'experts de l'OECE (Organisation européenne de coopération économique) fait une étude approfondie de tous les procédés en vue de déterminer s'il est souhaitable de construire une usine dans la région constituée par les 17 pays de l'OECE. Il a été question de l'installer en Islande, étant donné les ressources en vapeur d'eau géothermique de ce pays.

La Société Pintsch Bamag (République fédérale d'Allemagne) a publié une étude sur le procédé d'échange entre l'eau et l'hydrogène sulfuré : Chemie-Ingenieur-Technik, 30, No. 5 (1958), par M. G. Weirs. Il est fort possible que cette société soit en mesure de construire une usine qui utilisera ce procédé. Dans la République fédérale d'Allemagne, le prix de revient devrait être inférieur au prix de revient aux Etats-Unis, étant donné surtout que les taux de salaires y sont moins élevés tant dans l'industrie du bâtiment que dans les industries chimiques. Les recherches effectuées en Allemagne occidentale sur le procédé de l'échange isotopique entre l'hydrogène et l'eau en phase liquide ont fait l'objet d'un exposé de M. Becker à Genève (mémoire No. 1 000).

La Société L'Air Liquide (France) a donné à Genève des renseignements sur les études qu'elle a faites au sujet d'une usine-pilote utilisant le procédé de liquéfaction et distillation de l'hydrogène. La France ferait des études approfondies de ce procédé et de quelques autres méthodes de fabrication de l'eau lourde.

D'une manière générale, on peut dire que l'on s'intéresse beaucoup à la technologie de la production d'eau lourde dans de nombreuses régions. Outre les pays déjà cités, d'autres pays feraient également des recherches dans ce domaine, notamment la Suède, la Suisse et le Japon.

3) Prix

Le prix américain de 28 dollars la livre se répartit de la façon suivante : coût de production (y compris la totalité des frais généraux) : environ 14 dollars; service des investissements : environ 10 dollars, sur la base d'un taux d'amortissement de 16 2/3 pour cent par an. Le prix de 800 marks le kilo (environ 87 dollars la livre) qui aurait été coté dans une offre d'Allemagne occidentale est, semble-t-il, un prix "libre" qui n'est pas le résultat de négociations avec un gouvernement. Ce prix diminuerait très probablement si la République fédérale d'Allemagne construisait une usine de grande capacité, qui utiliserait par exemple le procédé d'échange entre l'eau et l'hydrogène sulfuré.

4) Besoins probables

L'important programme britannique de production d'électricité d'origine nucléaire est fondé sur l'emploi de l'uranium naturel avec le graphite, et

PROTECTION JURIDIQUE CONTRE LES DOMMAGES NUCLEAIRES

L'un des objectifs fondamentaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique est de faire en sorte que l'activité qu'elle déploie pour promouvoir les applications pacifiques de l'énergie atomique n'aille pas à l'encontre de son but, soit en mettant en danger la santé publique, soit en portant atteinte aux intérêts du public de toute autre manière. L'Agence s'efforce, d'une part, de développer, par une action positive, l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques et, d'autre part, d'instituer des mécanismes de protection contre les conséquences néfastes qui pourraient découler de cette action.

En effet, les applications pacifiques de l'énergie atomique comportent des risques, dus surtout aux accidents qui peuvent se produire dans les installations nucléaires et à la possibilité d'une irradiation excessive à l'occasion d'opérations normales. On a déjà fait beaucoup pour réduire tous ces risques au minimum mais il est évidemment impossible de les éliminer complètement. Dans la mesure, par conséquent, où l'on ne peut prévenir les accidents causant des dommages aux personnes, il faut prévoir des mesures d'indemnisation pour les victimes.

On comprendra l'importance et l'ampleur du problème si l'on considère l'expansion rapide des entreprises utilisant l'énergie nucléaire, la portée que peuvent avoir les effets d'un accident et la complexité des arrangements qui doivent parfois être conclus entre diverses parties pour la création et

l'exploitation d'une seule entreprise. A première vue, on penserait qu'en cas de dommages nucléaires, la responsabilité incombe à l'entreprise qui a causé le dommage, mais bien souvent la situation se trouve compliquée par de nombreux facteurs. Il se peut, par exemple, que la création et l'exploitation d'une entreprise intéressent plusieurs parties ; que le dommage dépasse la responsabilité ou les ressources financières de l'entreprise ; que le dommage atteigne plusieurs Etats, ou encore que les parties intéressées à l'entreprise soient de nationalités différentes.

Nature du problème

L'insuffisance des législations nationales concernant la responsabilité civile et la protection financière qu'elle appelle a déjà suscité des difficultés lors de la conclusion d'accords bilatéraux sur la fourniture de matières fissiles et d'équipement pour réacteurs. Dans le cas d'une action multilatérale, les difficultés sont plus grandes encore, ce qui ne peut que retarder la participation internationale à l'assistance scientifique et technique que l'Agence s'efforce de promouvoir et d'organiser. Ces difficultés augmenteraient encore si les diverses législations nationales dans ce domaine faisaient intervenir des principes et des procédures différents.

Dès le début, l'AIEA s'est trouvée devant la nécessité d'harmoniser sur le plan international la

EAU LOURDE A ASSOUAN (Suite de la page 15)

non l'eau lourde, comme modérateur. Toutefois, le Canada a annoncé la construction d'un réacteur de puissance expérimental ou "pilote", à uranium naturel et eau lourde.

Il est encore trop tôt pour savoir comment se compareront les réacteurs de puissance à eau lourde et les autres types de réacteurs de puissance. Toutefois, il y a lieu de faire observer que la préférence du Canada pour les réacteurs à eau lourde est due à l'existence de sources d'approvisionnement en eau lourde à 28 dollars la livre. Si le prix était de 37 dollars la livre, il se pourrait que cette préférence se reporte sur un autre type de réacteur.

Lorsqu'elle vend de l'eau lourde, la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis impose certaines restrictions à son emploi. Etant donné ces restrictions et l'intérêt que suscitent les réacteurs à eau lourde, il existe un important marché "libre" de l'eau lourde, sur lequel le prix coté est très supérieur au prix de 28 dollars la livre demandé par la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis. D'importantes recherches sont également faites sur les méthodes de fabrication de l'eau lourde. Toutefois, à très long terme, il est pro-

bable que le cours mondial de l'eau lourde s'établira au niveau de celui fixé par le Gouvernement des Etats-Unis, ou à un chiffre très voisin, car ce gouvernement possède une capacité de production suffisante pour approvisionner une puissance installée considérable qui utiliserait des réacteurs à eau lourde.

Projet d'Assouan

Il est prévu que l'usine d'engrais d'Assouan sera terminée vers la fin de 1959. Cette usine fournirait à l'usine d'eau lourde toutes les matières premières et tous les services dont elle aurait besoin. Il faudrait environ deux ans pour construire l'usine d'eau lourde après la passation des marchés.

Personnel technique

Pour l'usine d'engrais, le personnel technique a été recruté et se trouve soit sur place, soit en stage de formation chez les fournisseurs de matériel européens. Il semble que ce programme de formation soit suffisant. Etant donné que l'installation de production d'eau lourde fera en fait partie intégrante de l'usine d'engrais, il suffira d'une faible augmentation des effectifs actuellement prévus pour répondre aux besoins de l'usine d'eau lourde.