

30ème anniversaire

L'énergie d'origine nucléaire: une grande première

par A.M. Petros'yants

Il y a 30 ans, le 27 juin 1954, la première centrale nucléaire du monde — à Obninsk — était connectée au réseau de Moscou. L'humanité faisait ainsi connaissance avec une nouvelle source d'énergie pour la production d'électricité. C'était la première fois que l'on utilisait l'énergie libérée par la fission des noyaux d'uranium à des fins pacifiques et constructives, pour le bien-être de l'humanité tout entière. La mise en service de la première centrale nucléaire du monde marquait une étape importante dans l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire au service de l'humanité.

Aujourd'hui, nos connaissances, nos idées et nos techniques relatives à l'énergie d'origine nucléaire ont tellement progressé que la première centrale nucléaire, avec sa production d'électricité de 5 mégawatts (MWe) et la conception de ses circuits primaires et secondaires peut nous paraître quelque peu anachronique.

En effet, les sciences et techniques contemporaines ont progressé de façon étonnante et tous les aspects de la vie connaissent à tout moment des changements radicaux en raison de l'évolution technologique. Il suffit de penser à l'électronique, aux techniques de l'espace, à la biologie, à la microbiologie, à la médecine, etc. L'importance de la première centrale nucléaire n'en est pas diminuée pour autant — au contraire. Il s'agissait en effet d'une grande première — Christophe Colomb, en quelque sorte, qui montrerait à l'humanité les possibilités de l'énergie nucléaire, nouvelle source d'énergie jamais utilisée auparavant. De fait, ce n'est qu'au milieu du siècle que l'on avait accumulé suffisamment de connaissances et d'expériences permettant de libérer l'énergie nucléaire d'atomes lourds.

Le moteur du développement mondial

La création et l'exploitation de la centrale nucléaire d'Obninsk a soulevé l'enthousiasme des foules dans le monde entier. Voici qu'apparaissait une source d'énergie qui ne nécessitait pas de transport, par rail ou par mer,

M. Petros'yants est président du Comité d'Etat de l'URSS pour l'utilisation de l'énergie atomique. Le présent article est tiré d'une communication parue dans la revue soviétique *Energie atomique*.

d'énormes quantités de charbon ou de pétrole. De nombreux hommes politiques et responsables de divers pays, et d'éminents scientifiques et experts se sont rendus à Obninsk pour voir fonctionner la première centrale nucléaire au monde. Obninsk montrait au monde entier une nouvelle source d'énergie utilisable à des fins industrielles.

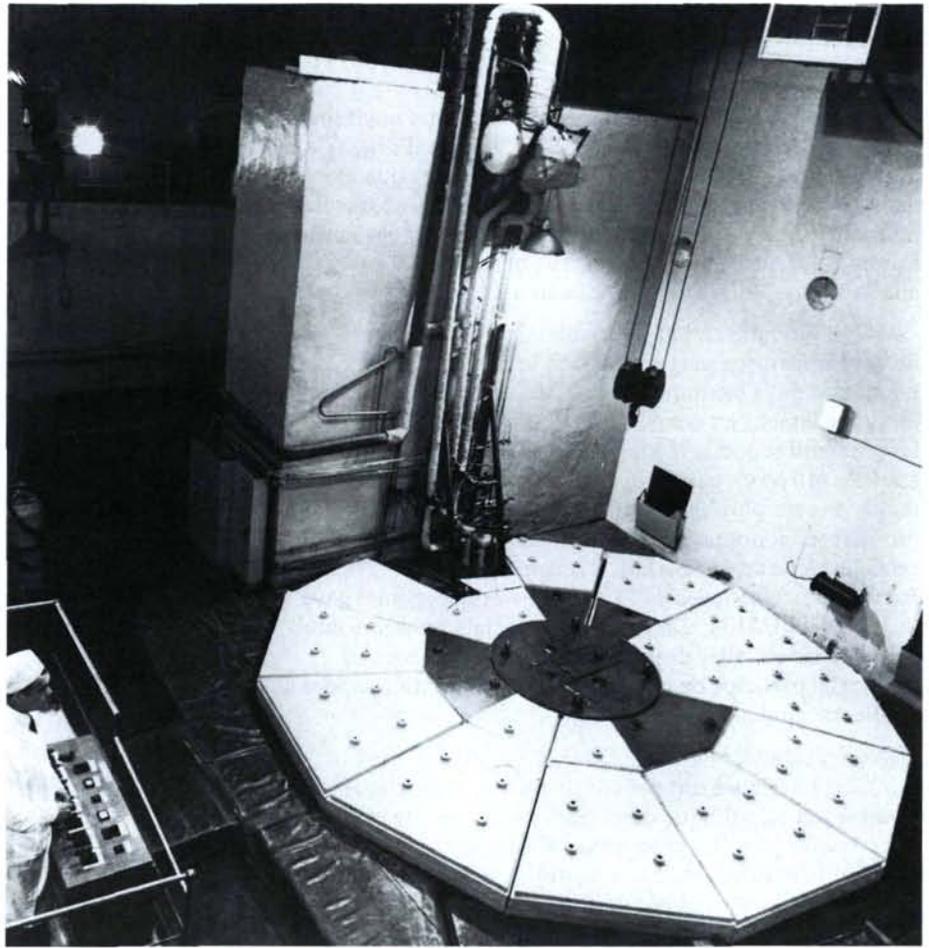
Les principaux pays capitalistes se sont immédiatement lancés dans l'exploitation de l'énergie nucléaire et se sont mis à construire des centrales. En septembre 1956, à Marcoule (France), une centrale électrique fonctionnant avec un réacteur utilisant l'uranium naturel comme combustible, l'anhydride carbonique comme fluide de refroidissement et le graphite comme modérateur, atteignait une capacité de 5 MWe. En octobre 1956, la première tranche de la centrale de Calder Hall en Grande-Bretagne, fonctionnant avec un réacteur à uranium naturel, atteignait sa puissance nominale de 55 MWe. La première centrale nucléaire aux Etats-Unis, utilisant un réacteur refroidi et ralenti à l'eau sous pression, était mis en service à Shippingport en 1957, avec une puissance de 90 MWe.

La Grande-Bretagne a initialement fait de gros efforts de construction de centrales nucléaires et est devenue le premier pays en ce qui concerne la puissance nucléaire exploitée; en 1969, sa puissance nucléaire installée totale était de 4205 MW — alors qu'à l'époque, celle de la France était de 1528 MW et celle des Etats-Unis de 3077 MW.

Au bout de quelques années, la première place est toutefois revenue aux Etats-Unis qui, en 1972, avaient une puissance nucléaire de 10 040 MW, alors que celle de la Grande-Bretagne n'était plus que de 6980 MW. A la mi-1984, un peu plus de 300 centrales nucléaires d'une puissance totale d'environ 200 000 MW étaient exploitées dans 25 pays.

Est-ce beaucoup? Est-ce peu? A titre de comparaison, précisons que cette capacité est égale à la puissance installée des centrales électriques de toutes catégories et à toutes fins dans l'ensemble de la Grande-Bretagne, de la France et de l'Italie réunies — ce qui est loin d'être négligeable!

Réacteur de la centrale nucléaire d'Obninsk reliée dès 1954, voici trente ans, au réseau électrique de Moscou.



En URSS: progression rapide de la puissance

La centrale nucléaire d'Obninsk a honorablement assumé son rôle qui était de constituer le point de départ de la production d'énergie d'origine nucléaire en URSS. Elle a permis à un groupe d'expérimentateurs et d'exploitants de réaliser les nombreuses études nécessaires à la conception et à la construction, dans l'Oural, de la centrale nucléaire industrielle pilote de Biełoïarsk.

En Union Soviétique, l'énergie d'origine nucléaire progresse rapidement malgré la richesse des ressources naturelles que sont le charbon, le pétrole et le gaz, et les ressources hydrauliques encore inexploitées. En effet, toutes ces ressources se trouvent essentiellement dans la partie orientale du pays, qui ne représente qu'un peu plus de 25% de la population totale. Dans la partie européenne de l'URSS, où est concentrée la grande majorité de la population, l'absence de ressources combustibles se fait durement sentir. C'est pour cette raison que le XXVIème Congrès du Parti communiste de l'Union Soviétique a décidé l'exploitation à grande échelle de l'énergie nucléaire dans la partie européenne de l'URSS.

Au plénum du Comité central du PCUS de juin 1983, l'exploitation de cette source d'énergie a retenu tout particulièrement l'attention: «... L'avenir de notre production d'énergie repose avant tout sur l'utilisation des réacteurs atomiques de pointe et, ultérieurement, sur une solution pratique des problèmes de la fusion nucléaire contrôlée ... ».

En 1983, la puissance nucléo-électrique était amplifiée par la mise en service de nouvelles installations: le quatrième réacteur de la centrale nucléaire Chernobyl', de 1000 MW; la troisième tranche de la centrale de Koursk, de 1000 MW; la première tranche de la centrale d'Ignalino, de 1500 MW.

La mise en service de la première tranche de la centrale d'Ignalino constitue une autre belle réussite des ingénieurs. Ce réacteur à canaux du type RBMK-1500 est le plus puissant qui existe non seulement en URSS et en Europe, mais dans le monde entier. C'est en effet la première fois que l'on exploite un système de production d'électricité aussi puissant fonctionnant avec un seul réacteur.

La centrale d'Ignalino, dont l'exploitation a commencé vers la fin de 1983, avait, dès les premiers mois de 1984, dépassé les centaines de millions de kilowatts-heures d'électricité. Conformément au calendrier fixé, la première tranche est portée peu à peu à sa puissance maximale.

Les scientifiques, ingénieurs et travailleurs ont de quoi être fiers; ils laisseront des traces dans les annales des réussites du peuple soviétique. En 30 ans, la puissance des réacteurs a été multipliée par 300.

Début 1984, plus de 40 réacteurs, d'une puissance installée totale de plus de 21 000 MWe, étaient exploités en Union Soviétique. En 1983, on a produit 115 000 millions de kilowatts-heures d'électricité, soit 15% de plus qu'en 1982.

Vaste campagne de construction

A l'heure actuelle, on construit des centrales nucléaires sur une vingtaine de sites en URSS. L'énergie d'origine nucléaire a acquis droit de cité en Union Soviétique et dans les pays européens du Conseil d'assistance économique mutuelle (CAEM). En effet, en Europe de l'Est également, les centrales nucléaires représentent une source d'énergie à la fois rentable, fiable et peu onéreuse.

Un programme, à plusieurs volets, de consolidation et de développement plus poussé de l'intégration économique des pays membres du CAEM a été mis au point et est actuellement en cours. Il s'agit d'utiliser au mieux les possibilités que la révolution scientifique et technique actuelle offre aux pays socialistes: une expansion économique encore plus importante et la solution de nombreux problèmes économiques, scientifiques et techniques, et ceci dans le cadre du CAEM. La construction, près des frontières occidentales de l'Union Soviétique, par les pays membres du CAEM, d'une énorme centrale nucléaire dont la puissance installée doit être de plusieurs millions de kilowatts, participe de cet effort. La construction avance d'ailleurs rapidement.

Avec l'aide technique de l'Union Soviétique, des centrales nucléaires ont été construites en Bulgarie, en Hongrie, en République démocratique allemande et en Tchécoslovaquie. La production d'électricité est continue, fiable et peu onéreuse. En Bulgarie, la centrale Kozloduj, qui fonctionne avec plusieurs réacteurs refroidis et modérés à l'eau, est exploitée depuis déjà dix ans. En République démocratique allemande, la centrale Bruno Leuschner possède le même type de réacteur.

Depuis 1972, la centrale nucléaire expérimentale A-1, à Bohunice (Tchécoslovaquie), fonctionne avec un réacteur à eau lourde refroidi par un gaz. En 1978-80, la centrale B-1 fonctionnant avec des réacteurs refroidis et modérés à l'eau a également été mise en service à Bohunice. En 1982, la première tranche de la centrale Paks (Hongrie) a été mise en service. La construction de tranches supplémentaires pour la centrale Paks et d'autres centrales de Bulgarie, de République démocratique allemande et de Tchécoslovaquie continue, conformément au calendrier. La construction de centrales nucléaires a également commencé en Pologne et en Roumanie.

Cette vague d'énergie d'origine nucléaire, dont la centrale d'Obninsk marquait le point de départ, a désormais touché de nombreux autres pays. Ils sont actuellement 25 et seront bien plus nombreux encore dans un avenir proche. L'énergie d'origine nucléaire est devenue le secteur énergétique le plus dynamique dans le monde industrialisé et commence sérieusement à concurrencer le pétrole, produit cher et bientôt rare. Qui plus est, en dépit de résistances persistantes et conséquentes, l'énergie d'origine nucléaire progresse rapidement et devient une nouvelle source d'énergie avec laquelle il faut compter, en Europe, au Japon et en Amérique du Nord.

Economie de pétrole; réduction des coûts

Pour de nombreux pays, quel que soit leur système social, l'énergie d'origine nucléaire est une source d'énergie de la plus haute importance stratégique.

Comme nous venons de le dire, au cours de la décennie écoulée, la production d'électricité par des centrales nucléaires a progressé à un rythme annuel soutenu de 15 à 20%, plus que toute autre source d'énergie. Cela est particulièrement vrai dans les pays capitalistes. L'effet de l'exploitation des centrales nucléaires sur les pays de l'OPEP est énorme. Les centrales nucléaires construites et mises en service entre 1972 et 1982 ont réduit la demande de pétrole produit par les pays du Moyen-Orient de 550 000 tonnes par jour, ce qui représente un quart de la réduction de la production totale des pays de l'OPEP.*

Au début de 1984, la production totale d'électricité dans les centrales nucléaires du monde entier dépassait un trillion de kilowatts-heures, l'équivalent de plus de 700 000 tonnes de pétrole par jour. Selon les chiffres de l'AIEA, d'ici 1990 la production d'électricité nucléaire aura doublé et atteindra l'équivalent de plus de 1,5 million de tonnes de pétrole par jour, chiffre record atteint par l'Arabie Saoudite.

L'électricité produite dans les centrales nucléaires européennes est en moyenne de 30 à 40% moins cher que celle produite dans des centrales à charbon. Cet écart est encore plus impressionnant en France. La société française EDF a publié des données comparatives sur les coûts de production de l'électricité en centrale nucléaire et en centrale thermique à combustible fossile: en charge de base, la production d'électricité en centrale nucléaire, en centrale à charbon et en centrale au mazout coûte respectivement 19,2, 33,5 et 66,9 centimes par kilowatt-heure.**

Il est intéressant de noter que, à la suite d'un référendum, la Suède a imposé un moratoire sur l'expansion de la production d'énergie d'origine nucléaire. A la suite de ce référendum, on a limité à 12 le nombre de centrales nucléaires dont la construction a été approuvée. On prévoit de fermer toutes les centrales nucléaires du pays d'ici 2010-2030.

Cela dit, il sera moins simple que prévu de renoncer à l'énergie d'origine nucléaire, car les centrales nucléaires représentent déjà une part importante de la production d'électricité. En 1981, par exemple, la production d'électricité nucléaire représentait 35% de la production totale d'électricité; en 1982, 38,6%, et pendant les neuf premiers mois de 1983, 39%. Ces chiffres montrent que, pour la Suède, renoncer à l'énergie d'origine nucléaire posera de sérieux problèmes.

Chaleur industrielle d'origine nucléaire

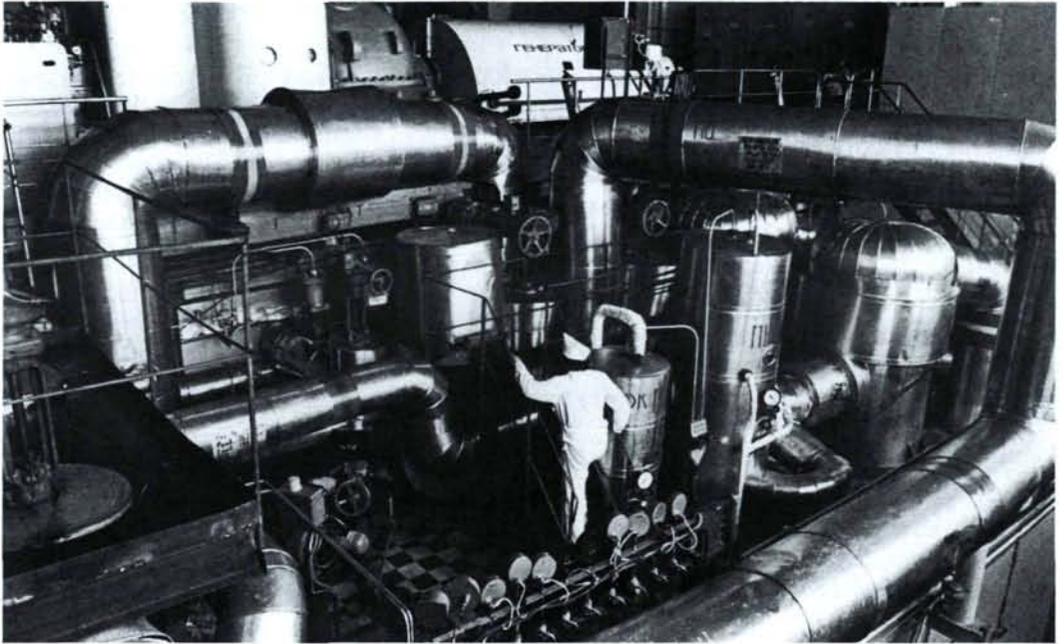
Signalons par ailleurs l'importance de l'énergie nucléaire pour la production non seulement d'électricité mais encore de chaleur à basse température pour le chauffage urbain et, à l'avenir, de chaleur industrielle à haute température.

La production centralisée de chaleur peut consommer jusqu'à 30% des combustibles organiques, essentiellement le gaz et le pétrole — ceux précisément qui viendront à

* *International Herald Tribune*, Paris, 8 décembre 1983.

** *Atomwirtschaft*, 1983, Bd. 28, n° 5, p. 225.

Salle des turbines de la centrale nucléaire de Bilibino: depuis 1973, cette centrale alimente en électricité et en chaleur une ville minière (diamant) de la région de Chukotka, dans l'extrême Nord-Est de l'URSS.



manquer. La chaleur industrielle d'origine nucléaire pourrait jouer un grand rôle dans l'optimisation du bilan combustible-énergie. (Voir l'article sur ce sujet dans le présent numéro.)

On étudie actuellement en Union Soviétique des centrales nucléaires destinées à produire de l'énergie thermique à basse température pour le chauffage urbain. La construction de ces centrales permettra d'utiliser du combustible nucléaire pour alimenter les grandes villes en chaleur; elle représentera une part conséquente du programme énergétique à long terme de l'Union Soviétique.*

Pour la production centralisée de chaleur, on peut recourir à des centrales nucléo-thermiques, à des centrales mixtes produisant de la chaleur et de l'électricité et à des centrales nucléaires à condensation dont on soutire la vapeur détendue.

La centrale mixte de Bilibino, d'une importance économique et sociale certaine pour le développement du potentiel productif de la région de Chukotka en Union Soviétique, a été mise en service en 1973. L'expérience montre que dans le grand nord, les centrales mixtes sont, sur le plan tant technique qu'économique, supérieures aux centrales thermiques de même puissance fonctionnant au combustible organique. Le coût de l'électricité et de l'énergie thermique produite en centrale mixte est bien inférieur à celui que l'on obtient en centrale thermique dans cette même région. La mise en service d'une centrale nucléaire a permis d'économiser des millions de tonnes de combustible organique et d'éviter des problèmes de transport.

Au moment de choisir les composants de l'installation, on a opté pour les réacteurs refroidis et modérés à l'eau pour les centrales mixtes, en attendant que d'autres types de réacteur soient tout à fait au point. On a retravaillé

les systèmes de turbines pour aboutir aux turbines T-500-60 et TK-500-60.

Les premières centrales nucléaires mixtes ont été conçues de manière à être aussi sûres que les centrales nucléaires simples. Elles sont situées à un minimum de 25 à 30 kilomètres des grandes villes, ce qui assure la sécurité du public mais exige la mise en place d'une longue canalisation. On s'efforce de mettre au point de nouvelles protections qui devront permettre de rapprocher les centrales des consommateurs. On envisage divers types de bâtiments de réacteur en béton armé et à couches multiples, des confinements maintenus en dépression ainsi que des doubles confinements.

Il convient de noter que les centrales mixtes utilisent la vapeur à moyenne pression, ce qui les rend moins économiques que les centrales mixtes à haute pression qui fonctionnent au combustible organique.

La chaleur industrielle

Depuis quelques années on étudie des centrales nucléaires destinées à produire de l'énergie thermique à basse température à des fins de chauffage. Les larges marges des paramètres du fluide de refroidissement dans tous les circuits facilitent la solution des questions de sécurité que posent les centrales et permettent de rapprocher celles-ci des utilisateurs. La sûreté de ces centrales est par ailleurs assurée par le recours à des structures intégrées et à la convection naturelle dans le circuit primaire, par la présence d'un confinement secondaire et par un système en vertu duquel la pression de l'eau dans le réseau de distribution est plus élevée que dans le circuit chauffant.

L'URSS a reconnu l'opportunité de construire des centrales nucléo-thermiques utilisant deux réacteurs de 500 MW refroidis et modérés à l'eau. Une centrale de ce type, associée aux installations qui assurent la charge de pointe, pourra produire de 6300 à 8400 gigajoules par heure. Les calculs montrent que ces centrales deviennent

* Pravda, 11 juin 1983.

compétitives à partir d'une charge thermique de 4200 à 6300 gigajoules/heure.

En vue d'approvisionner l'industrie et les habitations dans les régions reculées du Nord et du Nord-Est en chaleur à basse température, on a conçu une centrale nucléaire d'une puissance de 30 MW(th). Il s'agit de l'ATV-15 X 2. L'eau du réseau de chauffage atteindra 150°C.

Dans les centrales de Bieloïarsk, Leningrad, Koursk, Chernobyl' et d'autres encore, les systèmes de chauffage utilisent de la vapeur détendue soutirée des turbines à condensation pour répondre à la demande de chaleur des centrales elles-mêmes et des habitations de la région.

Il est prévu d'utiliser de grandes quantités de vapeur non régulée soutirée des turbines K-1000/60-1500. Chaque turbine de ce type peut fournir jusqu'à 840 GJ/heure d'énergie thermique pour le chauffage des villes moyennes des alentours.

Ce vaste programme de construction prévoit aussi l'installation de centrales mixtes pilotes de grande

puissance qui fourniront de la chaleur et de l'électricité aux villes d'Odessa et de Minsk. Celle d'Odessa sera construite à 25 kilomètres de la ville. La première tranche consistera en deux réacteurs WWER-1000. On prévoit deux turbines TK-500 pour chaque réacteur. Des usines nucléaires thermiques pilotes sont actuellement construites aux abords immédiats des villes de Gorki et de Voronej.

Au moment du 30ème anniversaire de la centrale d'Obninsk, l'énergie d'origine nucléaire a acquis une grande importance, tant en Union Soviétique que dans nombre d'autres pays. L'URSS est le seul pays qui exploite trois centrales nucléaires fonctionnant avec des réacteurs rapides. C'est aussi l'URSS qui a mis au point le seul programme au monde de construction de centrales nucléaires produisant de la chaleur pour les grandes villes industrielles.

L'énergie d'origine nucléaire doit beaucoup à l'équipe de la centrale d'Obninsk. En ce moment de célébrations de jubilé, nous nous devons de rendre hommage aux scientifiques, aux ingénieurs et aux travailleurs qui ont tant fait pour ce triomphe de la technique.