

# L'énergie d'origine nucléaire en URSS

---

par I.S. Jeloudev et L.V. Konstantinov

Il y a plus de 25 ans, à Obninsk près de Moscou, la première centrale nucléaire commençait à produire, pour la première fois au monde, de l'électricité à l'échelle industrielle. Sa puissance était de 5 MW (e), c'est-à-dire qu'elle était bien inférieure à celle des centrales nucléaires modernes, mais elle annonçait le début d'une ère nouvelle, l'ère de l'énergie d'origine nucléaire. On trouvera à la figure 1 une vue d'ensemble de la première centrale nucléaire de l'URSS. Un an plus tard, au cours de la première Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, qui s'est tenue à Genève en 1955, des savants soviétiques présentaient un rapport sur la conception de cette centrale et sur les enseignements qu'ils avaient tirés de son fonctionnement.

C'est grâce à l'industrie nucléaire déjà constituée à cette époque en URSS que la construction et le succès de cette première centrale ont été possibles. L'importante équipe de savants, de concepteurs et d'ingénieurs soviétiques qui l'a réalisée était placée sous la direction de l'Académicien I.V. Kourtchatov, homme de science éminent et organisateur de talent. Un grand nombre de ses élèves et collègues participent encore avec succès au développement de l'énergie d'origine nucléaire en URSS. Cette première centrale nucléaire est encore en service; elle est utilisée pour la recherche et pour la formation de personnel technique.

Le développement de l'énergie d'origine nucléaire en URSS est passé par les étapes suivantes: quatre ans après le démarrage de la première centrale, on a construit celle de Sibérie, d'une capacité de 100, puis de 600 MW (e). Plus tard, les centrales de Beloyarsk, Novo-Voronezh, Kola, Léninegrad et celle d'Arménie, entre autres, ont produit de l'électricité à l'échelle industrielle. Le tableau 1 fait apparaître l'augmentation de la puissance des centrales à combustible fissile et des centrales nucléaires de l'Union soviétique. Pour le moment, la puissance nucléaire installée totale de l'URSS est d'environ 12 000 MW (e). A titre de comparaison, le tableau indique également l'augmentation de la capacité de toutes les centrales de l'URSS depuis 1921, année qui correspond au début du premier plan à long terme d'électrification du pays (GOELRO) établi sur l'initiative du fondateur de l'Etat soviétique, V.I. Lénine. Ce plan, qui s'est achevé en 1931, prévoyait la construction, étalée sur une période de 10 à 12 ans, de 30 centrales d'une puissance totale de 1 740 MW (e).

## LE REACTEUR DE TYPE SOVIETIQUE

Avant de choisir le graphite comme modérateur et l'eau comme fluide de refroidissement pour la première centrale nucléaire, on avait procédé à d'importants travaux de recherche et de mise au point. On avait envisagé différents types de réacteurs, dont les réacteurs à eau sous pression, les réacteurs à eau bouillante et les réacteurs refroidis au gaz et au sodium. Avec le progrès des études sur la conception des réacteurs, on a constaté que les réacteurs au graphite et

---

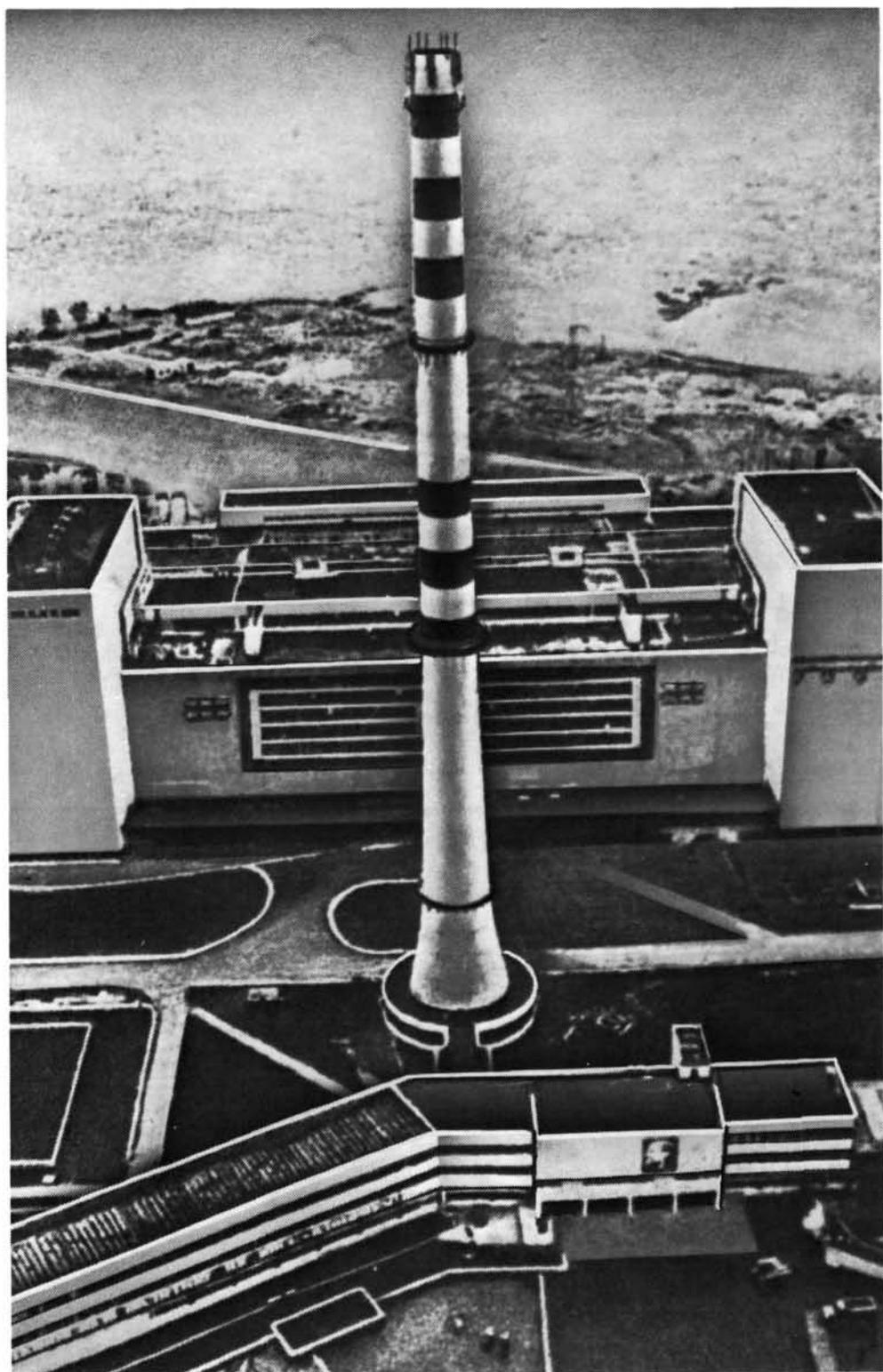
I.S. Jeloudev est Directeur général adjoint chargé du Département des opérations techniques de l'Agence; L.V. Konstantinov est coordonnateur scientifique du Programme de normes de sûreté nucléaire (NUSS) et membre de la Division de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement de l'Agence.



Figure 1. La première centrale nucléaire d'Obninsk.

Tableau 1. Augmentation de la production d'électricité en URSS

Année	Puissance installée des centrales ( $10^6$ kW)		Production par année	
	Fossile et nucléaire	Nucléaire	$10^9$ kW-heure	Production d'énergie kW-heure/habitant
1921	1,2	—	0,5	4
1927	1,7	—	4,2	25
1940	11,2	—	48,3	256
1945	11,1	—	43,2	250
1950	19,6	—	91,2	480
1960	66,7	0,605	292	1365
1970	167,5	1,0	740	3060
1975	220,5	4,7	1038	4100
1980	290 (en projet)	~18,0 (en projet)	1340–1380 (en projet)	5200



uranium à eau bouillante et à tubes de force peuvent concurrencer non seulement d'autres types de réacteurs de puissance, mais aussi les centrales classiques au charbon. Ces réacteurs, dits (d'après leur conception) «de type soviétique» et d'une puissance de 1000 MW(e) au moins, représenteront environ la moitié de la capacité nucléaire totale en URSS au cours des dix à quinze prochaines années. Il existe un autre type de réacteur qui servira de base aux programmes nucléo-énergétiques de l'Union soviétique et d'autres pays membres du Conseil d'assistance économique mutuelle (CAEM): il s'agit du réacteur de puissance refroidi par eau sous pression et modéré par eau (WWER) analogue au réacteur à eau sous pression bien connu. Etant donné cette analogie, nous ne nous étendons pas sur la conception du WWER et nous préférons nous borner à décrire certaines des caractéristiques spéciales des réacteurs au graphite et uranium à tubes de force.

Parmi ces réacteurs on trouve d'abord le RBMK-1000, d'une puissance de 1000 MW(e). La première d'une série de centrales nucléaires équipées de réacteurs de ce type a été mise en service en 1973 près de Léninegrad. A l'heure actuelle, sept de ces réacteurs sont en service et sept autres sont en construction. Il a été démontré qu'on peut multiplier la puissance de ces réacteurs par 1,5 sans devoir apporter de changements notables à leur conception ni modifier les dimensions du réacteur. Il suffit, pour obtenir cette élévation de puissance, d'accroître sensiblement la densité de puissance dans le combustible et d'intensifier l'échange de chaleur dans le cœur. Une centrale équipée de réacteurs RBMK-1500 d'une puissance unitaire de 1500 MW(e) est actuellement en chantier, et la construction d'autres centrales équipées de réacteurs RBMK-1500 est prévue. La figure 2 présente une vue générale des deux premières tranches de la centrale nucléaire V.I. Lénine de Léninegrad; la figure 3 montre, en coupe, une unité de la série des 1000 MW(e), et la figure 4 un diagramme simplifié de la circulation de la chaleur. Quant aux principales caractéristiques des réacteurs RBMK-1000 et RBMK-1500, elles sont indiquées au tableau 2. Les éléments combustibles dans les tubes verticaux de zirconium sont refroidis à l'eau bouillante. La vapeur est séparée de l'eau dans quatre réservoirs et transportée vers deux turbines à vapeur saturée, d'une puissance de 500 MW(e) chacune; l'eau est renvoyée aux tubes du réacteur par huit pompes de circulation. Ainsi, le circuit de refroidissement du réacteur ne comporte pas d'échangeurs de chaleur, et son cycle de fonctionnement est analogue à celui d'un réacteur à eau bouillante.

Les réacteurs au graphite et uranium à tubes de force présentent un autre avantage important: comme ils n'ont pas besoin de la cuve à haute pression et des échangeurs de chaleur indispensables aux réacteurs à eau sous pression, n'importe quelle usine non spécialisée est suffisamment équipée pour les construire. Le rechargement en combustible peut être effectué sans réduction de puissance (rechargement en période de fonctionnement); ceci permet d'enlever tous les éléments combustibles défectueux tout en maintenant la réserve de réactivité minimale nécessaire. En dernière analyse, tout ceci permet d'édifier ces centrales très rapidement et d'assurer un facteur de charge élevé. Certes, les réacteurs de ce type exigent une importante tuyauterie dans le circuit de refroidissement, ce qui a pour inconvénient d'entraîner des investissements plus élevés que pour les réacteurs refroidis par eau sous pression et modérés par eau. Néanmoins, comme nous le verrons plus loin, la construction de centrales nucléaires équipées de réacteurs RBMK-1000 et RBMK-1500 ainsi que de réacteurs WWER-440 et WWER-1000 dans la partie européenne de l'Union soviétique est, à l'heure actuelle, entièrement justifiée du point de vue économique.

---

**Figure 2. Les deux premières tranches de la centrale nucléaire V.I. Lénine, à Léninegrad.**

**Tableau 2. Caractéristiques des réacteurs du type RBMK**

PARAMETRES	RBMK-1000	RBMK-1500	RBMKP-2400
Puissance thermique (MW)	3 200	4 800	6 500
Puissance électrique (MWe)	1 000	1 500	2 400
Nombre de turbines x puissance du turbogénérateur (MWe)	2 X 500	2 X 750	2 X 1200
Rendement (%)	30,4	31,3	37,0
Dimensions du cœur:			
Hauteur (m)	7,0	7,0	7,0
Diamètre ou (largeur X longueur)	11,8	11,8	(7,5 X 27)
Nombre d'assemblages combustibles:			
a) pour la production de vapeur	1 693	1 661	1 920
b) pour la surchauffe de la vapeur	—	—	960
Charge initiale d'uranium du cœur (tonnes)	192	189	293
Combustible	UO <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub>
Enrichissement (%)	1,8	1,8	1,8 & 2,3
Combustion moyenne (MWj/tonne d'uranium)	18 100	18 100	19 000
Matériau de l'enveloppe du combustible	Alliage de zirconium	Alliage de zirconium	Alliage de zirconium Acier inoxydable
Circulation de l'eau dans le réacteur (tonnes/heure)	37 500	29 000	39 300
Circulation de la vapeur vers la turbine (tonnes/heure)	5 400	8 200	8 580
Paramètres d'exploitation de la turbine:			
Pression d'entrée de la vapeur (bars)	65	65	65
Température d'entrée de la vapeur (°C)	280	280	450

Une autre étape dans le développement des réacteurs au graphite et uranium à tubes de force est représentée par le projet RBMKP-2400, d'une puissance de 2400 MW(e) par unité. Ce réacteur a pour originalité d'être fabriqué en sections et de marcher à la surchauffe nucléaire. Du point de vue construction, le cœur rectangulaire comprend douze sections, dont quatre sections pour la surchauffe de la vapeur. Ces sections seront fabriquées en série à l'usine, livrées par chemin de fer et assemblées sur le chantier. Suivant le nombre de ces sections, la puissance du réacteur peut être augmentée ou réduite à la demande du

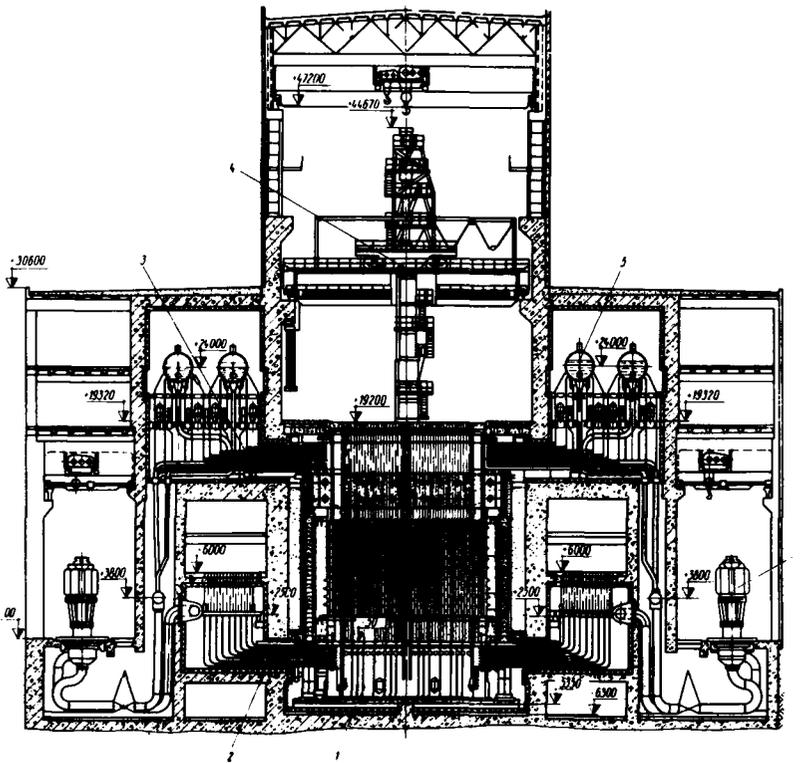
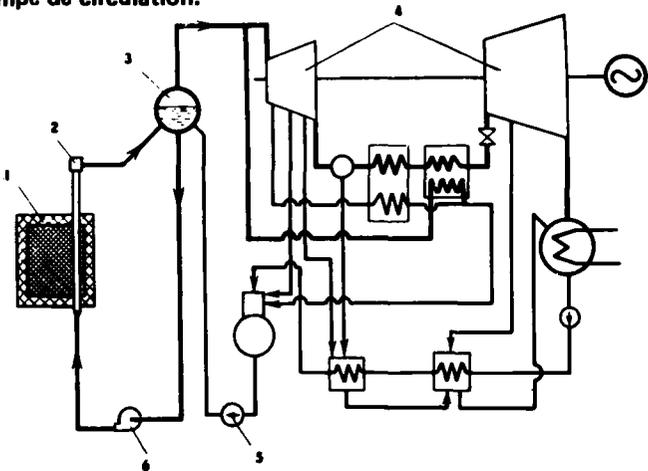


Figure 3. Coupe d'une unité de la série RBMK: 1. Cœur du réacteur. 2. Tuyauterie pour l'arrivée du fluide de refroidissement. 3. Tuyauterie pour le mélange eau-vapeur de sortie. 4. Appareillage pour le rechargement en combustible. 5. Collecteur de vapeur du type réservoir. 6. Pompe de circulation.

Figure 4. Diagramme simplifié de la circulation de chaleur d'une centrale RBMK-1000: 1. Réacteur. 2. Canal contenant des éléments combustibles. 3. Collecteur de vapeur du type réservoir. 4. Turbogénérateur. 5. Pompe pour l'eau d'alimentation. 6. Pompe de circulation.



client. (Pour les principales caractéristiques du RBMKP-2400, on se reportera au tableau 2). La construction de centrales équipées de ces réacteurs doit commencer après 1985. La conception du RBMKP-2400 est fondée sur l'expérience qu'ont les Soviétiques de la surchauffe nucléaire. On notera que la centrale nucléaire de Beloyarsk, dans l'Oural, fonctionne avec succès depuis quinze ans environ avec deux unités de respectivement 100 et 200 MW(e), à des températures de vapeur de 520 à 540°C à la sortie du réacteur et à une pression d'environ 100 bars.

## LES REACTEURS SURGENERATEURS EN URSS

On sait que les réacteurs thermiques n'exploitent que 1 à 2% de l'énergie contenue dans l'uranium naturel et que cela vient du fait qu'on utilise comme combustible l'isotope uranium 235 et non, ou du moins très rarement, l'uranium 238 qui, lui, est environ 140 fois plus abondant dans l'uranium naturel. C'est pourquoi il faut déterminer dans quelle mesure l'importance de l'énergie d'origine nucléaire fondée sur les réacteurs thermiques peut être limitée par les ressources en combustible nucléaire disponibles, de façon à ce que la construction de réacteurs surgénérateurs puisse commencer à temps. Ces réacteurs surgénérateurs rapides devront fournir du combustible non seulement pour les nouvelles générations de surgénérateurs mais aussi pour les réacteurs thermiques plus anciens. Les réserves mondiales d'uranium disponibles à des coûts d'extraction allant jusqu'à 100 dollars/kg (prix de 1973) se situent, selon les évaluations courantes, entre 5 et 10 millions de tonnes. Toutefois, si l'on ne construit que des réacteurs thermiques, les réserves connues d'uranium (à l'exclusion de celles que contient l'eau de mer) qui sont économiquement valables dans notre perspective actuelle ne dépassent pas beaucoup en contenu énergétique les réserves existantes de pétrole et de gaz.

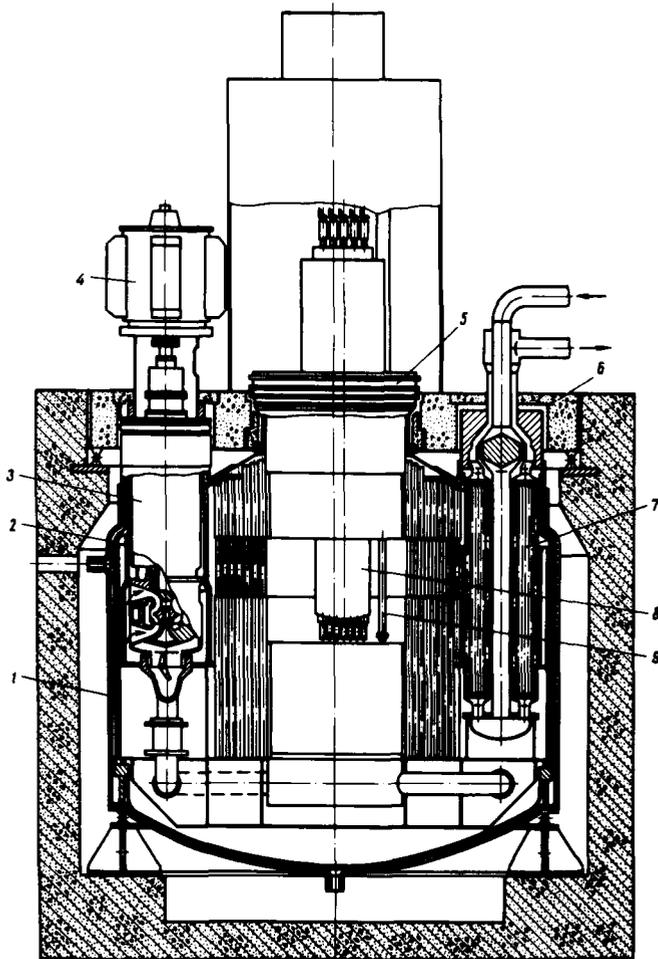
Des recherches visant à démontrer l'intérêt des réacteurs rapides, puis à les utiliser, sont en cours en Union soviétique depuis 1949. A la suite de l'expérience acquise grâce aux premiers réacteurs rapides expérimentaux et de démonstration BR-2, BR-5 et BOR-60, une centrale utilisant le réacteur rapide BN-350 a été mise en service à l'échelle industrielle à Shevtchenko, sur la mer Caspienne, en 1973. Outre 150 MW(e) d'électricité, le BN-350 fournit de l'eau dessalée à raison de 120 000 tonnes/jour. Il s'agit d'un réacteur «à boucle», contrairement au réacteur BN-600, d'une puissance électrique de 600 MW(e), qui a été récemment mis en service dans l'Oural, près de Sverdlovsk. Le BN-600 est en effet un réacteur «piscine» ou intégré dont le cœur et le circuit primaire tout entier sont immergés dans une cuve de sodium fondu. Une coupe du BN-600 est présentée à la figure 5. Les enseignements tirés de l'exploitation des réacteurs BN-350 et BN-600 montreront quels peuvent être les avantages et les inconvénients de ces deux procédés. On prévoit maintenant la construction de centrales équipées de réacteurs rapides appelés BN-800 et BN-1600, d'une puissance respective de 800 MW(e) et 1600 MW(e). Ces travaux feront appel à l'expérience acquise dans l'exploitation des réacteurs BOR-60, BN-350 et BN-600. Les paramètres essentiels des réacteurs soviétiques rapides sont indiqués au tableau 3.

Au cours de la période du dixième plan quinquennal (1976–80), les centrales nucléaires ont représenté 20% du total de la puissance électrique installée en URSS. Ceci correspond à peu près à une multiplication par 3 de la puissance des centrales nucléaires en service au cours de cette période. D'ici la fin de 1980, les centrales nucléaires produiront environ 10% de la consommation totale d'électricité dans la partie européenne de l'URSS, ou 5,8% de la puissance totale du pays, contre 1,9% en 1975. Et à l'avenir, la construction de ces centrales dans la partie européenne de l'URSS va continuer à progresser. Au cours des 10 à 12 prochaines années, la puissance des centrales nucléaires du pays atteindra quelque 90 000 MW(e). A partir de 1990, une proportion de plus en plus grande de centrales sera équipée du réacteur surgénérateur BN-1600, qui aura été mis au point d'ici là.

**Tableau 3. Caractéristiques des réacteurs rapides**

PARAMETRES	BN-350 en service	BN-600 en service	BN-1600 au stade de la conception
Puissance thermique (MW)	1000	1470	~ 4000
Puissance électrique (MWe)	350 ou 150 MW(e) + 120 000 tonnes d'eau dessalée par jour	600	1600
Rendement (%)	35	42	~ 40
Diamètre/hauteur du cœur (cm)	150/100	205/75	330/100
Flux maximum de neutrons rapides ( $\text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	$8,10^{15}$	$10^{16}$	$10^{16}$
Chargement initial du cœur en $^{235}\text{U}$ ou $^{239}\text{Pu}$ (tonne)	( $\text{UO}_2\text{-PuO}_2$ )	( $\text{UO}_2\text{-PuO}_2$ )	( $\text{PuO}_2$ )
Taux de combustion moyenne	5%	10%	10%
Puissance volumique maximale dans le cœur (kW/l)	780	840	710
Réfrigérant du réacteur	sodium	sodium	sodium
Température du sodium à la sortie ( $^{\circ}\text{C}$ )	500	500	530–550
Circuits successifs du réfrigérant	sodium/ sodium/eau et vapeur	sodium/ sodium/eau et vapeur	sodium/ sodium/eau et vapeur
Température de la vapeur ( $^{\circ}\text{C}$ )	435	500	490–510
Pression de la vapeur (bars)	50	130	~ 140
Délai entre les rechargements en combustible (jours effectifs)	55	150	120
Site de la centrale nucléaire	Schevtchenko (sur le rivage de la mer Caspienne)	Beloyarsk (près de Sverdlovsk)	Pas encore choisi

D'une manière générale, l'Union soviétique va s'orienter de plus en plus vers la construction de réacteurs rapides. Néanmoins, pour le moment et jusqu'à la fin du siècle, l'énergie d'origine nucléaire en URSS reposera sur les réacteurs thermiques des types RBMK et WWER. A partir de 1990, on construira à grande échelle des réacteurs surgénérateurs de



**Figure 5. Coupe du réacteur BN-600: 1. Anneau porteur de charge. 2. Réservoir de sodium. 3. Pompe. 4. Moteur de la pompe. 5. Couvercle tournant du réacteur. 6. Bouclier supérieur. 7. Echangeur de chaleur (sodium-sodium). 8. Tubes de force centraux pour les barres de commande. 9. Mécanisme de chargement en combustible.**

série, qui devraient pouvoir contribuer considérablement aux ressources énergétiques du pays dès le début du siècle prochain.

Il ne faut pas perdre de vue le fait que la durée de vie opérationnelle prévue pour les centrales nucléaires à réacteurs thermiques est d'au moins trente ans. Ce qui signifie que, vers la fin de ce siècle, des réacteurs surgénérateurs et des réacteurs thermiques fonctionneront simultanément et se compléteront. Les réacteurs surgénérateurs fonctionneront surtout pour la charge de base de manière à fournir de plus grandes quantités de combustible pour les nouveaux surgénérateurs ainsi que pour les réacteurs thermiques. Ces derniers serviront à compenser les fluctuations journalières et saisonnières de la consommation d'électricité.

## ENERGIE NUCLEAIRE ET AUTRES SOURCES D'ENERGIE

L'Union soviétique est l'un des rares pays industrialisés qui possède d'importantes ressources énergétiques. Les experts estiment que le territoire de l'URSS renferme jusqu'à 30% des réserves du monde en pétrole, jusqu'à 40% de ses ressources en gaz et jusqu'à 50% de son charbon. Toutefois, 90% de ces réserves, ainsi que 80% des réserves hydro-électriques, sont situés en dehors de la partie européenne de l'URSS, alors qu'environ 75% de sa population habite la partie européenne et représentent environ 80% de la consommation totale d'énergie. D'où la nécessité de transporter les combustibles sur des parcours allant de 800 à 900 kilomètres en moyenne et de transmettre l'électricité sur des milliers de kilomètres. Le fait que les combustibles à eux seuls représentent environ 40% de l'ensemble du trafic de marchandises du pays est assez éloquent. Pour satisfaire à la demande croissante d'énergie dans la partie européenne de l'URSS, il faut par conséquent fournir de l'énergie sous des formes plus concentrées que les combustibles classiques, et le combustible nucléaire répond justement à cette condition.

On voit donc que ce sont des considérations économiques qui déterminent l'échelle et le taux de croissance de l'énergie d'origine nucléaire ainsi que son rôle dans l'alimentation énergétique du pays. Bien que les dépenses d'investissement qu'implique la réalisation d'une centrale nucléaire soient supérieures à celles des centrales classiques, la construction de centrales nucléaires dans la partie européenne de l'URSS est dès maintenant rentable, et elle continuerait encore à l'être même si ces dépenses étaient multipliées par 1,5. Pour savoir s'il est plus économique de construire une centrale nucléaire ou une centrale classique, il faut tenir compte à la fois de la nécessité de disposer de plus grandes quantités du combustible choisi et du coût du transport du combustible.

A la question de l'approvisionnement en énergie s'ajoute un problème connexe, lui aussi capital: celui de la protection de la population et de la réduction de la pollution ambiante. A l'heure actuelle, dans de nombreux pays industrialisés, la consommation d'oxygène par combustion est plusieurs fois supérieure à la production d'oxygène par photosynthèse et, dans ces pays-là, cette situation ne peut se prolonger que grâce à un afflux d'oxygène en provenance des régions équatoriales où la production d'oxygène dépasse de très loin sa consommation. A l'échelle mondiale, les centrales rejettent annuellement aujourd'hui de 200 à 250 millions de tonnes de cendres et environ 60 millions de tonnes d'anhydride sulfureux dans l'atmosphère. D'ici l'an 2000, ces rejets risquent d'augmenter cinq ou six fois et de devenir dangereux. Par ailleurs, les centrales nucléaires constituent la source industrielle d'énergie la plus propre qui existe. Toutes les observations qui précèdent s'appliquent entièrement à la partie européenne de l'Union soviétique, où les conditions nécessaires à un développement de l'énergie d'origine nucléaire à grande échelle sont déjà réunies.

Mais l'essor de l'énergie d'origine nucléaire a également imposé à l'homme une responsabilité nouvelle: celle de prévenir la contamination de l'environnement par les produits radioactifs provenant de la fission des noyaux d'uranium et de plutonium. En Union soviétique, on se préoccupe beaucoup d'assurer la sûreté des centrales nucléaires. A tous les stades de la planification, de la construction et de l'exploitation, des normes et des règles scientifiquement fondées de protection radioactive et de sûreté nucléaire ont été fixées, et on a aussi créé des organismes tout spécialement chargés de contrôler la sûreté. Nous pouvons affirmer avec confiance qu'après avoir pris les précautions techniques et administratives qui s'imposent, nous sommes aujourd'hui en mesure d'assurer la sûreté du développement de l'énergie d'origine nucléaire à une grande échelle. Il convient d'accorder ici une attention spéciale à la sûreté des installations nucléaires de chauffage urbain, qu'il est économique de construire à proximité des grandes villes.

**Tableau 4. Puissances nucléaires installées dans les pays du CAEM**

	CATEGORIE ET PUISSANCE		Total prévu pour 1990 MW(e) brut
	Actuellement en service MW(e) brut (nombre d'unités)	Actuellement en construction MW(e) brut (nombre d'unités)	
URSS	12 000 (32)	13 760 (15)	~90 000
Bulgarie	880 (2)	880 (2)	
Tchécoslovaquie	880 (2)	2 640 (6)	
Cuba	—	440 (1)	
République démocratique allemande	1 830 (5)	1 760 (4)	37 000
Hongrie	—	880 (2)	
Pologne	—	880 (2)	
Roumanie	—	—	
	15 590 (41)	21 240 (32)	~120 000
<b>TOTAL:</b>	<b>36 830 (73)</b>		

#### L'ENERGIE D'ORIGINE NUCLEAIRE DANS LES PAYS DU CAEM

Dans le cadre du Conseil d'assistance économique mutuelle (CAEM), l'Union soviétique apporte aux pays socialistes une assistance très large et variée qui comporte notamment la construction, dans ces pays, de centrales nucléaires. En République démocratique allemande, les centrales nucléaires Rheinsberg et Bruno Leuschner ont été mises en service. La première a commencé à fonctionner en 1966. Dans la seconde, trois unités dotées de réacteurs WWER de 440 MW(e) ont été installées entre 1973 et 1977; quant aux autres unités génératrices, elles sont encore en chantier. En Tchécoslovaquie, une centrale comportant plusieurs unités de 440 MW(e) est en cours de réalisation à Jaslovske Bohunice; les deux premières unités sont entrées en service l'une en 1978, l'autre en 1980. En Bulgarie, la centrale de Kozloduj, dotée de deux unités de 440 MW(e) est déjà en service et d'autres unités sont en construction. Des centrales nucléaires sont aussi en chantier en Hongrie (à Paks) et en Pologne et une autre est en projet à Cuba. En outre, une centrale dotée de deux réacteurs soviétiques WWER de 440 MW(e) fonctionne en Finlande, pays non membre du CAEM.

L'importance de l'énergie d'origine nucléaire pour les pays socialistes augmente d'année en année. Conformément au programme à long terme de coopération dans les domaines de l'énergie, des combustibles et des matières premières qui a été approuvé en 1978 par

le CAEM lors de sa trente deuxième réunion, des centrales nucléaires d'une puissance totale de 37 000 MW(e) doivent être construites dans les pays membres du CAEM (à l'exclusion de l'URSS) d'ici 1990. Ainsi, la puissance nucléaire installée totale des pays du CAEM y compris l'Union soviétique atteindra environ 120 000 MW(e) d'ici 1990. Ceci économisera l'équivalent d'environ 240 millions de tonnes de combustible de référence par an. Des dizaines d'entreprises spécialisées des pays socialistes participent à la fabrication du matériel destiné à ces centrales, assurant ainsi le développement de l'énergie d'origine nucléaire à un rythme accéléré. On prévoit que d'ici la fin du siècle les centrales nucléaires fourniront jusqu'à 40 ou 45% de l'énergie électrique dans les pays membres du CAEM.

## QUELQUES PERSPECTIVES D'AVENIR

Bien qu'à l'origine l'énergie atomique ait surtout été utilisée pour produire de l'électricité, il est évident aujourd'hui que son domaine d'application va aller en s'élargissant. La part de l'électricité dans la consommation totale d'énergie en Union soviétique représente actuellement environ 25%, tandis que 75% (pétrole, gaz et charbon, principalement) sont utilisés pour la production de chaleur industrielle ou domestique et pour les transports, ainsi que sous forme de chaleur et de composants chimiques destinés à des procédés métallurgiques et chimiques. En URSS, jusqu'à 35 ou 40% de l'énergie totale sont consommés dans la production de chaleur moyenne et faible (jusqu'à 200 ou 300°C) pour l'industrie et les besoins municipaux ou domestiques. Grâce à la production combinée de chaleur et d'électricité, la fourniture centralisée de chaleur dans tout le pays représente plus de 50% de l'ensemble des besoins en chaleur. Les conditions nécessaires à l'utilisation de l'énergie atomique dans ce domaine de l'économie nationale sont donc manifestement déjà remplies; et son emploi réduira sensiblement la consommation de pétrole et de gaz, qui constituent des matières premières indispensables à l'industrie chimique. L'intérêt économique des installations nucléaires pour la fourniture de chaleur fait que l'URSS accélère actuellement leur développement. On a par exemple entrepris la réalisation de réacteurs de 500 MW thermiques chacun pour le chauffage urbain de Gorky et Novo-Voronezh.

A l'avenir, les réacteurs nucléaires pourront aussi fournir à l'industrie la chaleur élevée nécessaire pour les procédés technologiques, à des températures de l'ordre de 1000°C. Les transports qui font aujourd'hui appel au moteur à combustion interne pourront peut-être un jour, dans une proportion importante, utiliser comme combustible l'hydrogène obtenu grâce à l'énergie atomique. Dans la mesure où cela se réalisera, le secteur des transports cessera de polluer l'atmosphère par des produits de combustion comme c'est le cas actuellement.

En URSS comme dans d'autres pays, on réfléchit à l'intérêt qu'il pourrait y avoir de construire non pas simplement des centrales nucléaires distinctes réparties sur le territoire national, mais des complexes ou parcs énergétiques d'une puissance de plusieurs dizaines de milliers de mégawatts. Ces complexes comprendraient non seulement des centrales mais aussi des installations pour le cycle du combustible et des sites de stockage des déchets radioactifs. Des installations combinées de ce genre réduiraient sensiblement, voire supprimeraient les transports de matières radioactives au-delà de leurs limites. Enfin, elles ne porteraient pas grand préjudice à l'environnement si on prenait soin de les construire dans des régions peu peuplées et dont le sol ne se prête ni à l'agriculture ni à l'exploitation forestière. C'est encore un point où l'économie et la protection de l'environnement restent les facteurs décisifs.

Nous avons parlé d'un programme à long terme de développement à grande échelle de l'énergie d'origine nucléaire à la fois en URSS et dans les pays du CAEM. D'où, immédiatement, une question inévitable: quelles peuvent être les autres sources d'énergie et quelle

pourrait être leur importance pour l'économie énergétique des Etats Membres du CAEM? Pourquoi devrait-ce être justement l'énergie d'origine nucléaire qui compense la pénurie croissante de combustible classique? Car il doit sûrement être possible d'utiliser à une grande échelle l'énergie solaire, l'énergie marémotrice, l'énergie éolienne et la chaleur régnant à l'intérieur de la terre. Assurément, néanmoins une analyse approfondie exécutée par des experts montre que toutes ces sources ne sont utiles que pour la solution de problèmes d'alimentation en énergie spécifiques, à l'intérieur de zones relativement peu étendues et où les conditions favorables requises sont réunies, mais qu'en aucun cas elles ne sauraient constituer la base de l'alimentation en énergie d'un pays tout entier. Ces énergies peuvent couvrir au plus 1 à 2% de nos besoins. Bien entendu, cela ne signifie nullement qu'il faille les négliger. Car, pour satisfaire aux demandes locales, les sources d'énergie renouvelables seront toujours fort utiles.

Il est hors de doute que la solution ultime du problème de l'énergie ne nous sera donnée que par la maîtrise de la fusion thermo-nucléaire. Dès 1950, l'Union soviétique a entrepris des recherches dans ce domaine. Depuis lors, des progrès considérables ont été réalisés dans la production de plasmas à haute température et dans l'interprétation de leur comportement, et il a été possible de mettre en route la préparation d'un réacteur à fusion de démonstration. Mais ceci fera l'objet d'un autre article.

---

le présent article est l'adaptation du texte d'un exposé fait le 23 avril par I.S. Jeloudev et L.V. Konstantinov au Siège de l'Agence.