

Le trentième anniversaire de la République populaire de Bulgarie a été marqué par la mise en service de sa première centrale nucléaire. Le présent exposé concernant sa construction et son programme opérationnel a été présenté par le Comité de l'utilisation pacifique de l'énergie atomique de la République populaire de Bulgarie.

L'équipement nucléo-énergétique de la République populaire de Bulgarie

La construction de la première centrale nucléaire bulgare a commencé le 6 avril 1970 près de la ville de Kozlodui. Cette date marque le début de l'équipement nucléo-énergétique de la Bulgarie.

La décision de développer l'énergie d'origine nucléaire en République populaire de Bulgarie est l'aboutissement d'études et de discussions longues et approfondies qui ont eu pour but d'élucider les divers problèmes scientifiques et techniques, nationaux et internationaux que pose la construction d'une centrale nucléaire.

Les premières estimations relatives à la production d'énergie d'origine nucléaire ont été faites en 1960. Plus tard, en 1965, le Gouvernement a demandé d'autres études sur l'utilisation de l'énergie nucléaire dans le système énergétique national et des négociations préliminaires ont été entreprises la même année avec l'Union soviétique en vue d'obtenir de celle-ci une centrale nucléaire complète. Comme cela a été le cas pour la construction de la plupart des grandes installations industrielles de notre pays, l'Union soviétique a accepté d'assurer une assistance complète pour la conception et la construction des centrales nucléaires bulgares ainsi que pour leur dotation du matériel. Cette phase préliminaire a abouti, en 1966, à la signature d'un accord entre les gouvernements de l'Union soviétique et de la République populaire de Bulgarie sur la collaboration dans la construction de la première centrale nucléaire bulgare.

Les principales raisons de la décision d'utiliser l'énergie d'origine nucléaire dans le pays étaient les suivantes:

1. L'analyse de l'expérience mondiale confirmait que le développement de l'énergie d'origine nucléaire était l'une des tendances les plus caractéristiques et prometteuses dans la production d'énergie.
2. L'analyse des ressources énergétiques nationales montrait que les ressources en eau de la Bulgarie étaient limitées et variables, que ses réserves de houille n'étaient pas importantes et consistaient essentiellement en lignite à faible teneur en carbone et que ses réserves de pétrole et de gaz naturel étaient faibles. La Bulgarie doit donc importer des sources d'énergie et le combustible nucléaire est considéré comme le meilleur choix, car il pose un minimum de problèmes de transport et n'entraîne qu'un minimum de dépenses.
3. L'analyse de certains facteurs relatifs au bien-être public indiquait que l'énergie d'origine nucléaire offre des avantages considérables du point de vue de la pollution de l'environnement et des sites. Cet aspect est très important compte tenu du haut degré de développement de l'agriculture nationale.

Le programme d'équipement nucléo-énergétique comporte les phases suivantes:

- a) La mise en marche en 1974-75 des deux premières unités de la centrale nucléaire de Kozlodui que ont une capacité totale de 880 MW,
- b) La production de 1 800 MW supplémentaires d'énergie nucléaire entre 1976 et 1980. La production d'énergie de toutes les installations nucléaires en 1980 sera de 13 à 14 millions de kW/h, ce qui représente environ 25% de l'énergie totale produite dans le pays. Pendant cette période, les centrales nucléaires représenteront plus de 50% de l'augmentation de la production d'énergie;
- c) Pendant la période 1981-2000, l'augmentation de la production d'énergie sera due essentiellement aux centrales nucléaires qui, de 1990 à 2000 représenteront de 75 à 80% de l'augmentation totale. En l'an 2000, la capacité totale de production d'énergie nucléaire devrait passer de 13 000 à 15 000 MW(e), ce qui représentera 60 à 65% de la production totale d'énergie du pays.

Le 4 septembre 1974, la première installation nucléaire bulgare a été officiellement inaugurée près de Kozlodui et le premier réacteur nucléaire d'une capacité de 440 MW(e) a été livré aux fins d'exploitation.

En consultation avec les instituts d'étude soviétiques, nos bureaux d'étude ont établi un plan général et les plans de construction détaillés pour les bâtiments principaux et annexes, le réseau d'adduction d'eau, un quai sur le Danube, une aile contenant des ateliers et des laboratoires, une installation ouverte de distribution d'énergie, une installation de purification chimique de l'eau et d'autres installations.

Au cours du premier stade, on a utilisé 20 grues de types divers, 18 excavateurs, 55 boteuses et décapeuses, plusieurs centaines de camions à bennes, des bétonnières automatiques, des pompes à béton, des machines spéciales pour la fabrication de revêtements en béton et de murs étanches et d'autres machines.

On établit, contrôle et coordonne le plan du réseau électrique et les sous-programmes opérationnels à l'aide d'ordinateurs.

Le matériel a été transporté de l'Union soviétique par le Danube. A cette fin, on a construit un nouveau quai et un chenal artificiel. Ce quai est équipé de deux grues, l'une ayant une capacité de 275 tonnes et l'autre de 32 tonnes. Il est le plus important en Bulgarie quant à la capacité d'accueil de charges lourdes.

Le développement de l'énergie nucléaire en Bulgarie pose également le problème de la protection contre les rayonnements et de la protection de l'environnement. A cette fin, un système de surveillance de la santé publique a été créé dans le pays et un groupe a été constitué pour contrôler le rayonnement ambiant dans le secteur de l'installation de Kozlodui et du Danube. Les règles et instructions appropriées concernant l'hygiène et la sécurité sont en cours d'élaboration. Dans ces travaux, nous utilisons l'expérience acquise en Union soviétique ainsi que la documentation établie par l'Agence internationale de l'énergie atomique et la Commission permanente des utilisations pacifiques de l'énergie atomique du Conseil d'assistance économique mutuelle.

CONSTRUCTION DE LA CENTRALE

Certains aspects de la construction de notre centrale méritent particulièrement d'être mentionnés.

1. Le sol de l'emplacement de la centrale de Kozlodui est composé de loess d'une densité et d'une capacité de charge insuffisantes. C'est pourquoi on a utilisé la technique consistant à créer un support loess-ciment. La procédure est la suivante: On creuse les



La première centrale nucléaire en Bulgarie, à Kozloduz.

fondations. Après avoir donné au loess un certain degré d'humidité, en le remet en place par couches de 15 centimètres d'épaisseur. Ces couches sont recouvertes de ciment que l'on mélange avec le loess au moyen de socs rotatifs utilisés en agriculture. Chaque couche est tassée au moyen de rouleaux compresseurs jusqu'à atteindre une densité de $1,7 \text{ tonne/m}^3$. L'épaisseur du support loess-ciment est de 3,2 mètres sous le réacteur, de un mètre sous la salle des machines et dans les autres cas varie selon la charge des structures à supporter.

2. La deuxième caractéristique de la construction de la centrale est l'utilisation de la technique du coffrage glissant. Cette technique est bien connue ailleurs dans le monde, mais elle a été utilisée ici en grand pour la construction de la section des instruments et de la salle des machines. Elle se caractérise par le fait que le glissement s'opère en élevant le toit qui est entièrement assemblé au sol. C'est ainsi que la salle des machines a été construite en quatre opérations et la section des instruments en deux opérations. Chaque opération a pris de 18 à 24 jours.

La technique du coffrage glissant exige une organisation minutieuse, une très bonne préparation et beaucoup de main-d'oeuvre, mais elle diminue la durée de la construction de certains éléments.

3. La construction du système d'adduction d'eau pour le refroidissement des condenseurs des turbines a posé un problème particulier pour la centrale de Kozloduz.

L'eau du Danube utilisée pour le refroidissement est amenée par une station de pompage située sur la berge du fleuve, un double chenal (pour l'eau "froide" et l'eau "chaude") de 6,5 kilomètres de long et une station de recirculation située sur la rive. Le chenal peut fournir jusqu'à 160 m^3 d'eau à la seconde, ce qui permet de porter la puissance de la centrale à 2 760 MW(e).

Une partie du chenal se trouve dans une dépression et l'autre dans la berge, le sol étant du loess sur toute sa longueur. Le chenal est revêtu de béton armé coulé à l'aide de machines spéciales. La superficie totale du revêtement est de plus de 600 000 m². Environ 5 millions de mètres cubes de terre ont été déplacés dans la construction du chenal.

Un mur hexagonal étanche en béton a été conçu pour la construction de la station de pompage sur le Danube, une partie de cette station étant plus basse que le lit du fleuve. Ce mur a 0,50 m d'épaisseur, 450 m de long et 23 mètres de haut. La hauteur est fonction de la profondeur à laquelle se trouve la première couche perméable. Le mur étanche a été construit au moyen de machines spéciales.

4. La formule pour la préparation du béton biologique d'un poids spécifique de 3,65 t/m³, qui a été adoptée et approuvée par les bureaux d'étude soviétiques, s'est avérée judicieuse dans la construction de notre centrale nucléaire. Les scories provenant du laminage à chaud de l'acier sont utilisées comme composant "lourd". Grâce aux scories, cette formule a plusieurs avantages:

- Technologie de production simple;
- Plus grande homogénéité par suite d'une moindre séparation des composants lourds;
- Réduction du coût du béton;
- Facilité de se procurer le composant lourd (scories), qui sont un déchet du laminage du fer et de l'acier dans les usines du pays.

La construction de quatre unités supplémentaires est prévue dans les plans de développement futur de la centrale de Kozlodui; chacune de ces unités aura une puissance de 440 MW(e) et sera de composition identique au premier groupe. D'après le plan d'ensemble, les troisième et quatrième groupes seront situés dans une salle des machines ouverte que fera suite à la première salle des machines, ce qui formera un ensemble complet de huit turbo-générateurs. Cela représente plusieurs avantages pour l'exploitation de l'installation.

La troisième unité doit entrer en service en 1977 et la quatrième en 1978. Le deuxième stade de la construction est déjà en voie d'achèvement.

Le développement futur de l'énergie nucléaire en République populaire de Bulgarie pose la question du choix de l'emplacement des futures centrales nucléaires. A cet égard, l'absence de grands réservoirs d'eau naturels nécessaires au refroidissement des condenseurs des turbines est un trait particulier à notre pays. Nous devons donc recourir aux seules sources d'eau convenables que sont le Danube et la Mer noire. Les deux emplacements suivants sont les plus appropriés:

- a) Près de la ville de Ruse sur le Danube. Il est possible d'y implanter plusieurs unités pouvant atteindre une puissance totale de 5000 à 6000 MW(e). Cela signifie en fait que, en Bulgarie, presque toutes les constructions futures peuvent se faire sur l'emplacement de Ruse, jusqu'en 1990.
- b) Dans la région de "Shabla" sur la Mer noire au nord de la ville de Varna. Il est également possible de concentrer à cet endroit de vastes groupes générateurs d'énergie et il sera probablement utilisé pendant la période 1990-2000.

Le programme de développement de l'énergie nucléaire jusqu'en 1980 est axé sur les centrales nucléaires équipées de réacteurs à neutrons thermiques, ralentis et refroidis à l'eau et pressurisés, étant donné que, du point de vue technologique, ces réacteurs sont tout à fait au point et qu'ils ont fait leurs preuves. Le développement ultérieur de l'énergie d'origine nucléaire en Bulgarie se fera essentiellement au moyen de réacteurs à neutrons rapides.

FORMATION DE SPECIALISTES

Le programme élargi pose la question de la formation des spécialistes nécessaires. Un programme national spécial pour la formation de personnel prend plusieurs formes.

Une grande partie de nos besoins essentiels sont satisfaits en complétant la formation en matière d'énergie nucléaire des spécialistes ayant suivi l'enseignement supérieur approprié. Cette formation débute par des cours de six mois dans cinq sujets: physique des réacteurs nucléaires, génie et technologie des réacteurs, direction de l'exploitation des réacteurs, dosimétrie et alimentation en énergie. En outre, une formation pratique est dispensée à notre réacteur de recherche où se font des travaux pratiques appropriés. Ces cours de six mois ont lieu depuis 1970.

Le stade suivant consiste en un stage à la centrale nucléaire de Novovoronezh, en Union soviétique.

La participation directe du personnel exploitant à la construction et au montage de la centrale nucléaire, ainsi qu'à l'élaboration des codes d'exploitation appropriés, est un aspect important de leur formation.

Le stade final de la formation des spécialistes consiste à leur donner des cours dans les ateliers de la centrale à partir de programmes préparés spécialement et portant sur certaines spécialités relevant de chacun des ateliers. Ces cours sont donnés par des ingénieurs et des physiciens bulgares et soviétiques. Un examen final détermine si les spécialistes sont qualifiés pour l'emploi.

Le personnel exploitant a acquis une expérience précieuse dans les travaux de mise en marche des installations, l'emboutissage et le laminage à chaud, le rodage à vide en fonctionnement productif.

Simultanément, les spécialistes reçoivent aussi une formation dans des établissements d'enseignement supérieur. De nouveaux programmes sont établis dans lesquels, selon sa spécialité (physique, génie thermo-énergétique, électronique), l'étudiant reçoit une formation supplémentaire à la fin de la période normale d'instruction. En outre, chaque année, un certain nombre de jeunes gens vont poursuivre leurs études à l'étranger (essentiellement un Union soviétique).

Le personnel issu de l'enseignement technique secondaire reçoit une formation d'une durée de quatre ans dans nos instituts techniques.

L'expérience montre que la formation de personnel hautement qualifié aux fins du développement de l'énergie nucléaire est une question extrêmement importante qui ne saurait trouver de réponse en peu de temps et pour laquelle plusieurs pays doivent unir leur efforts.

Les travaux scientifiques et de recherche sur les problèmes soulevés par l'énergie nucléaire retiennent particulièrement l'attention. C'est pourquoi l'Institut d'études nucléaires et de génie nucléo-énergétique a été créé en 1972 au sein de l'Académie bulgare des sciences. Des travaux se poursuivent aussi actuellement en vue de créer une section scientifique et industrielle à la centrale nucléaire de Kozlodui, ainsi que des groupes chargés de résoudre certains problèmes particuliers à la Direction de la recherche scientifique de l'Institut "Energoproekt".

Le développement en République populaire de Bulgarie est inconcevable sans l'apport massif d'énergie d'origine nucléaire. En signalant notre premier succès, l'achèvement de la première unité de la centrale nucléaire de Kozlodui, nous devrions rappeler que c'est grâce à l'aide scientifique et technique hautement qualifiée de l'Union soviétique que notre pays a pu accomplir ces grands travaux en quatre ans et trois mois.