

Examen international de la sûreté des centrales VVER-440/230

Evaluation par l'AIEA de la sûreté des centrales anciennes de Bulgarie, de la Fédération de Russie et de Tchécoslovaquie

par F. Niehaus
et
L. Lederman

Pendant 15 mois, depuis le début de 1990, des équipes de spécialistes de 21 pays et de l'AIEA ont procédé à l'évaluation de la sûreté de dix centrales nucléaires de conception soviétique en service en Bulgarie, dans la Fédération de Russie et en Tchécoslovaquie. Les examens ont été faits dans le cadre d'un programme de l'AIEA entrepris à la demande des autorités nationales de ces pays.

Au total, dix réacteurs du type VVER-440/230 ont été examinés: deux à Bohunice en Tchécoslovaquie; quatre à Kozloduy en Bulgarie; deux à Kola et deux à Novovoronej dans la Fédération de Russie.

Les résultats de cette première phase du programme, achevée récemment, montrent que, au regard des pratiques internationales, ces centrales présentent de graves lacunes dans le domaine de la sûreté. Elles ont cependant par ailleurs des caractéristiques qui les rendent moins sensibles que les autres centrales aux perturbations. A ce jour, les réacteurs VVER-440/230 ont accumulé au total 160 années de service, avec des facteurs de disponibilité élevés qui se comparent favorablement avec ceux d'autres centrales.

Le programme de l'AIEA a recensé en tout une centaine de problèmes de sûreté qu'il a classés en quatre catégories par ordre de gravité croissante. Près de 60% de ces problèmes sont très préoccupants et doivent être traités immédiatement.

Dans toutes les centrales en question, les organismes exploitants procèdent à des améliorations de la sûreté dont l'importance varie. Les organismes

réglementaires nationaux doivent savoir que, pour autoriser le maintien en exploitation, même à terme, il faut absolument améliorer la sûreté en appliquant des régimes d'exploitation spéciaux accompagnés de mesures compensatoires temporaires, dont certaines consisteront notamment à maintenir les caractéristiques de sûreté positives des réacteurs de ce type.

Pour maintenir ces installations en service de longue durée, il faudra résoudre leurs problèmes de sûreté et procéder à une mise en conformité de caractère permanent. Certaines de ces opérations sont très coûteuses et demandent du temps et seule une exploitation à long terme pourra les justifier.

Ces facteurs, ainsi que les problèmes du vieillissement, pourraient abréger sérieusement la durée utile prévue des centrales VVER-440/230 et les pays concernés devront les examiner attentivement avant de décider le maintien en service de ces installations.

Les trois pays ont demandé à l'AIEA de poursuivre son programme consacré à la sûreté de ces réacteurs. La deuxième phase sera celle des conseils techniques, le but étant d'assurer que les améliorations de la sûreté sont conformes aux conclusions et recommandations de la première phase de l'examen.

Nous donnerons ici un aperçu du travail effectué par l'AIEA sur les dix réacteurs VVER-440/230 et nous examinerons brièvement les activités envisagées pour la deuxième phase du programme.

Examen de la conception

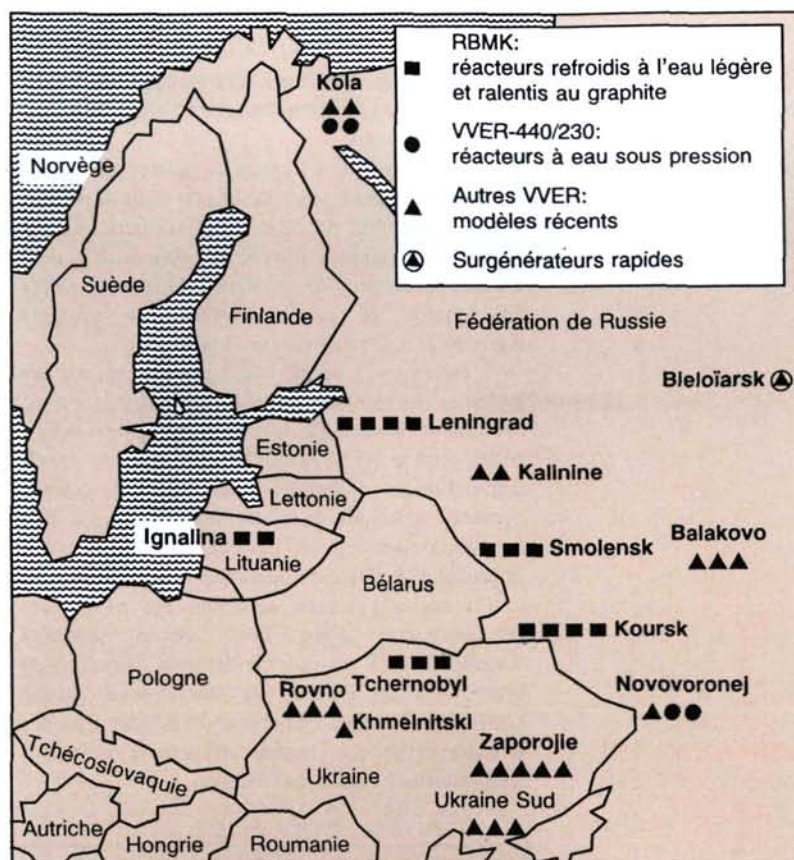
En février 1991, l'AIEA a confié l'examen de la conception des VVER-440/230 à 32 experts de dix pays et trois organisations internationales.

Avec 25 spécialistes soviétiques, ces experts ont examiné les renseignements détaillés fournis par les concepteurs et les exploitants soviétiques. Ils ont également utilisé les résultats d'autres études, dont ceux des recherches menées en 1989 sur la centrale de Greifswald, en Allemagne de l'Est, des études réalisées aux Etats-Unis, ainsi que les prescriptions

Cet article est fondé sur un rapport technique très complet intitulé *The Safety of WWER-440/230 Nuclear Power Plants (STI/PUB-912)*, publié par l'AIEA en mai 1992, dont les principaux coauteurs sont MM. F. Niehaus, L. Lederman, C. Almeida, A. Erwin, K. Hide, J. Hoehn, B. Gachot, A. Godoy, A. Gürpinar et B. Thomas, tous membres du Département de l'énergie et de la sûreté nucléaires (AIEA).

Réacteurs VVER-440/230

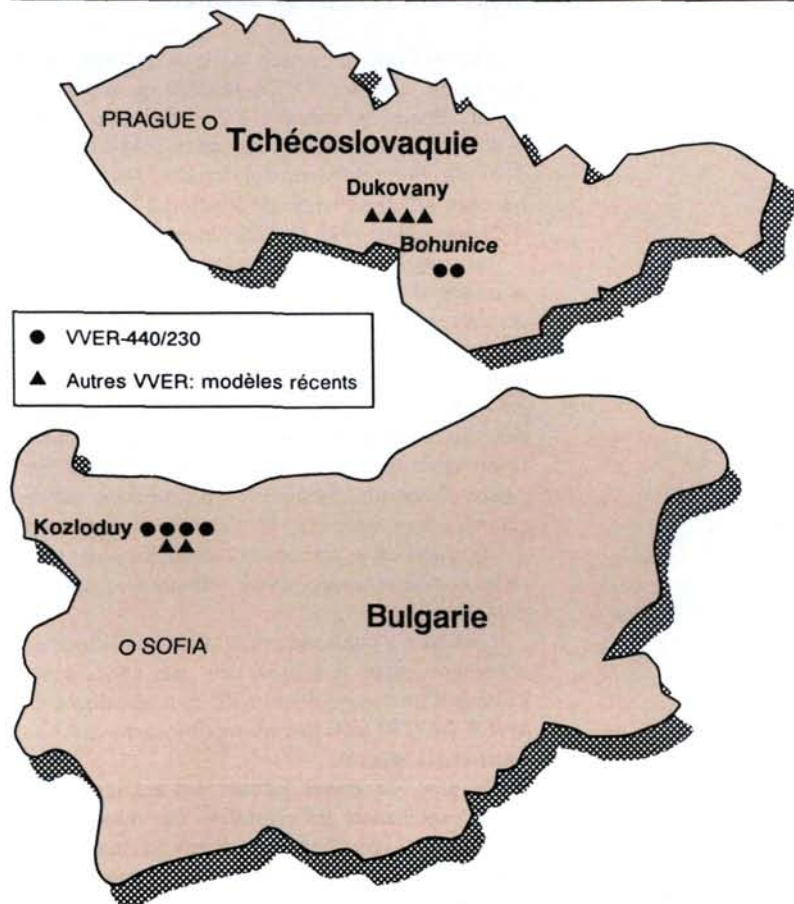
	Centrale	Tranche	Mise en service
<u>En service</u>			
Fédération de Russie	Novovoronej	3	1971
		4	1972
	Kola	1	1977
		2	1980
Bulgarie	Kozloduy	1	1974
		2	1975
		3	1981
		4	1982
Tchécoslovaquie	Bohunice	1	1979
		2	1981
<u>A l'arrêt</u>			
Allemagne	Greifswald (mise à l'arrêt en 1990)	1	1974
		2	1975
		3	1978
		4	1979
Arménie	Armenia (mise à l'arrêt en 1989)	1	1973
		2	1975



Le programme de l'AIEA sur la sûreté des réacteurs VVER-440/230 couvre les dix réacteurs de ce type en service dans le monde. Quatre d'entre eux sont situés en Bulgarie, deux en Tchécoslovaquie et quatre dans la Fédération de Russie. Ces pays exploitent également d'autres modèles de réacteurs nucléaires de conception soviétique. Deux tranches équipées de VVER-440/230 ont été mises à l'arrêt en Arménie et quatre en Allemagne orientale.

Tous modèles confondus, les centrales nucléaires de conception soviétique représentent environ 15% des réacteurs en service dans le monde. Seuls les VVER (réacteurs à eau sous pression refroidis et modérés à l'eau) ont été exportés. Au total, 44 réacteurs VVER sont actuellement en service (Fédération de Russie, Finlande, Hongrie, Tchécoslovaquie et Ukraine).

Les pays d'Europe orientale équipés de réacteurs VVER sont largement tributaires de l'électricité d'origine nucléaire. En 1991, la part du nucléaire dans la production d'électricité a été de 48,4% en Hongrie, où quatre tranches équipées des derniers modèles de VVER sont en service, 34% en Bulgarie, 28,6% en Tchécoslovaquie et 12,6% dans les républiques de l'ancienne Union soviétique.



minimales relatives à la mise en conformité et à la sûreté d'exploitation des VVER-440/230 élaborées en 1989 par les organismes réglementaires bulgares, tchécoslovaques, soviétiques et de République démocratique allemande.

De façon générale, l'examen a montré que l'étude de conception était prudente et accordait la priorité à la disponibilité de la centrale. Cependant, par rapport à la pratique observée à l'heure actuelle pour les autres réacteurs de puissance, la base de calcul (interruption du circuit primaire de diamètre équivalant à 32 mm) est très limitée.

L'équipe a constaté que, dans certains des systèmes du réacteur, le degré de redondance, de diversité et de ségrégation était généralement faible, ce qui rend le VVER-440/230 susceptible de défaillances d'origine commune. Pour certains systèmes et certaines situations, la conception se fie essentiellement aux interventions des opérateurs, si bien que la probabilité d'erreurs humaines est élevée.

En outre, l'examen a révélé des différences de conception entre les diverses centrales VVER-440/230, ce qui confirme la nécessité de procéder à un examen de sûreté pour chaque centrale. L'équipe a également dressé une liste des points à vérifier et à examiner qui sera très utile pour les prochaines missions d'examen.

Missions d'examen de la sûreté

Des missions d'examen de la sûreté ont visité les quatre centrales VVER-440/230 en service, à savoir: Bohunice, tranches 1-2 (Tchécoslovaquie), 8-26 avril 1991; Kozloduy, tranches 1-4 (Bulgarie), 3-21 juin 1991; Novovoronej, tranches 3-4, et Kola, tranches 1-2 (Fédération de Russie), 12-30 août et 9-27 septembre 1991 respectivement.

Les équipes internationales comprenant une quinzaine d'experts chacune ont évalué les défauts de conception de chaque centrale mais aussi la conduite générale des opérations. Les examens ont porté sur les points suivants: conception du cœur; analyse des systèmes; intégrité mécanique et intégrité des composants; contrôle-commande; alimentation électrique; analyse des accidents; protection contre l'incendie; gestion et organisation de la centrale; assurance de la qualité; formation et qualification des opérateurs; conduite des opérations; maintenance; appui technique; dispositif d'intervention.

L'examen a confirmé les faiblesses de l'étude de conception, mais il a également mis en évidence l'intérêt d'un certain nombre de caractéristiques du VVER-440/230 ainsi que les modifications que l'on pourrait lui apporter.

De plus, de graves lacunes ont été identifiées dans l'exploitation des centrales: leur direction ne parvient pas à identifier et corriger les lacunes de la sûreté nucléaire; l'équipement est en mauvais état et la protection contre l'incendie est insuffisante; des

procédures d'exploitation essentielles sont souvent incomplètes et enfreintes; les programmes de formation sont insuffisants et l'on manque de simulateurs adéquats.

Les missions n'ont pas examiné en détail les organismes réglementaires des pays dans lesquels elles se sont rendues. Cependant, lorsqu'elles ont observé la liaison entre les organismes réglementaires et la centrale, elles ont jugé que le rôle de ces organismes et les pratiques réglementaires devaient être renforcés.

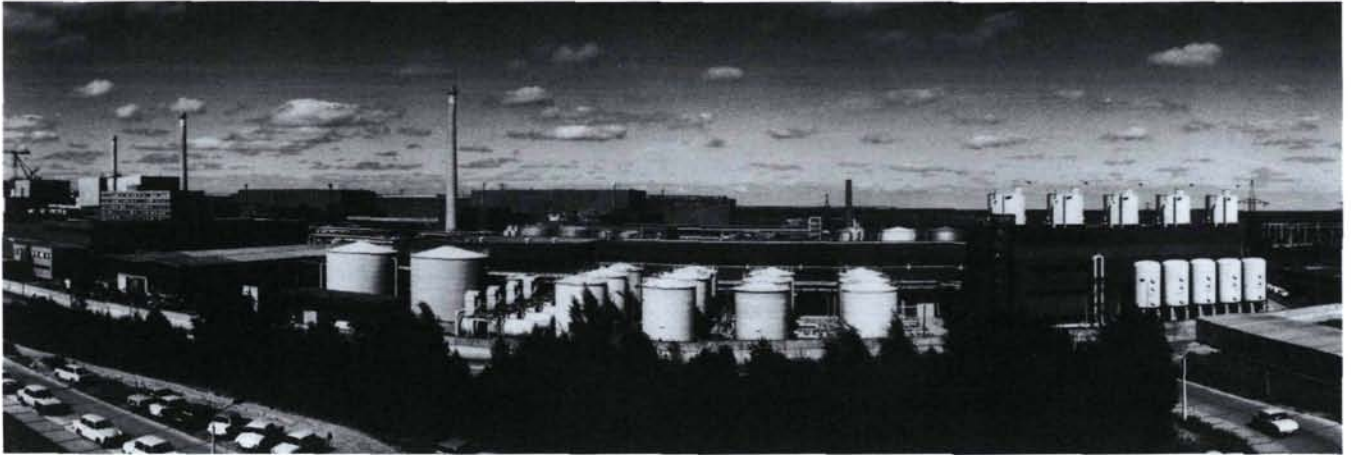
Les conclusions de la mission qui s'est rendue à Kozloduy, en Bulgarie, sont particulièrement préoccupantes. S'appuyant sur les résultats obtenus en juin 1991, le Directeur général de l'AIEA a écrit au Premier Ministre bulgare et lui a demandé de prendre les mesures nécessaires pour améliorer la situation en vue de l'exploitation des réacteurs, ne fût-ce que provisoirement. Les principales lacunes observées en Bulgarie, celles, en particulier, qui sont dues au mauvais état de l'équipement, ne sont pas apparues de façon évidente dans les centrales VVER-440/230 de Tchécoslovaquie et de la Fédération de Russie.

Vu l'état de la centrale de Kozloduy, un plan d'action se fondant sur une proposition de l'Association mondiale des exploitants de centrales nucléaires (AMECEN) a été élaboré et mis en œuvre. Ce plan d'action, financé et supervisé par la Commission des Communautés européennes (CCE), prévoit diverses opérations visant à résoudre des problèmes de sûreté de nature générale et des problèmes de gestion interne urgents, un jumelage avec la centrale de Bugey en France, le renforcement du rôle de l'organisme réglementaire bulgare et une étude du réseau électrique bulgare.

Missions ASSET de l'AIEA

L'AIEA a également effectué une série de missions dans le cadre de son programme ASSET (analyse des événements importants pour la sûreté). Ces missions se sont rendues auprès de dix réacteurs VVER-440/230 en service et des réacteurs 1-4 de la centrale de Greifswald. Elles ont examiné l'expérience d'exploitation accumulée dans ces centrales et ont cherché à déterminer les mesures correctives prises par les directions des centrales pour prévenir de nouveaux incidents. Des analyses des causes profondes de certains événements d'exploitation ont été effectuées.

Les conclusions de ces examens comportent des recommandations visant à améliorer, dans certains domaines, la disponibilité du matériel, les compétences du personnel et les procédures, et à renforcer les programmes de prévention des incidents dans les centrales (contrôle de la qualité, maintenance préventive, surveillance et retour de l'expérience d'exploitation). Les conclusions des missions



ASSET ont confirmé les défaillances de conception et les problèmes d'exploitation signalés par les missions d'examen de la sûreté.

Missions d'examen de la sûreté sismique

L'AIEA a également étudié la sûreté sismique des centrales de Bohunice et de Kozloduy. La conception initiale des centrales VVER-440/230 ne tenait pas compte des agressions externes, notamment des tremblements de terre. Les deux sites examinés (ainsi que d'autres, peut-être) présentent donc de grosses lacunes en ce qui concerne les risques sismiques. Les autres agressions externes n'ont pas fait l'objet d'une étude détaillée.

Kozloduy. Une amélioration sismique de la centrale a été entreprise après un tremblement de terre survenu en 1977 en Roumanie (Vrancea) qui a provoqué à Kozloduy une accélération estimée à 0,1 g et endommagé la centrale. Le site a ensuite été affecté en 1986 et en 1990 par deux autres tremblements de terre importants qui avaient aussi leur origine à Vrancea. L'équipe de l'AIEA, qui a parcouru la centrale à pied, a conclu que Kozloduy pose de sérieux problèmes de sûreté sismique, même pour l'accélération de référence minimale de 0,1 g recommandée au niveau international pour tous les sites de centrales nucléaires. Il a donc été décidé de réévaluer l'accélération de référence, ce qui est en cours.

Bohunice. A Bohunice, l'intensité sismique maximale escomptée correspond à une accélération de référence de 0,25 g. Ces calculs sont fondés sur des enregistrements effectués lors de séismes dont les accélérations maximales se situaient entre 0,14 g et 0,30 g. La mission de Bohunice a recommandé un examen de l'ancrage du coffrage des installations électriques importantes pour la sûreté, de la résistance aux séismes de l'alimentation électrique d'urgence du site (diesel, batteries, etc.) et de la protection antisismique du circuit d'alimentation en eau brute.

Les deux missions ont recommandé de remplacer une partie de l'équipement de la centrale, de renforcer les supports et de dresser la liste par ordre de priorité des améliorations à apporter en matière de sûreté sismique. A noter que les observations faites lors de l'inspection visuelle de la centrale permettraient d'apporter immédiatement un certain nombre d'améliorations simples qui augmenteraient considérablement la résistance de l'installation aux séismes.

Centrale nucléaire de Greifswald (Allemagne orientale), à l'arrêt depuis 1990.

Etude de problèmes génériques de sûreté

Un groupe consultatif de l'AIEA a établi en septembre 1990 une première liste de problèmes de sûreté exigeant une étude générale. Cette liste a ensuite été révisée à la lumière des résultats des examens.

Il faut encore faire le point de la situation et se renseigner sur le travail achevé ou en cours dans divers pays pour résoudre les problèmes, et déterminer ce qu'il reste à faire pour finir de les résoudre.

Pour cela, l'AIEA a commencé à établir une série de rapports intérimaires sur les diverses questions, afin de présenter clairement chacune d'elles et de préciser les derniers travaux à effectuer pour pouvoir conclure définitivement. Ces rapports devraient permettre de définir l'objet des études à entreprendre pour résoudre chaque problème général de sûreté. Ils renseigneront par ailleurs sur les travaux déjà effectués ou en cours dans divers pays afin d'éviter le chevauchement d'efforts.

Classement des questions de sûreté

Le programme VVER-440/230 de l'AIEA accorde une large place à l'évaluation de l'importance, du point de vue de la sûreté, des insuffisances relevées lors de l'examen des principes de conception et des missions d'examen de la sûreté. Les examens se sont appuyés sur les connaissances tech-

Domaine	Catégorie			
	I	II	III	IV
<i>Conception</i>				
Cœur		4		
Systèmes		5	7	3
Composants		2	5	5
Contrôle-commande		4	7	1
Installation électrique		1	2	2
Analyse d'accidents		4	5	
Protection contre l'incendie			3	
Total (conception)		20	29	11
<i>Exploitation</i>				
Gestion	2	3	6	2
Procédures d'exploitation		2	1	1
Exploitation de la centrale	1	2	3	
Maintenance	1	2		1
Formation	1	1	3	
Intervention en cas d'urgence		2	3	
Total (Exploitation)	5	12	16	4
Total	5	32	45	15

Classement des questions de sûreté

niques et l'expérience des experts internationaux qui ont participé au programme ainsi que sur les principes et objectifs de sûreté actuels généralement admis tels que les codes et guides de sûreté nucléaire (NUSS) et les principes fondamentaux de sûreté pour les centrales nucléaires (INSAG).

Les problèmes liés à la fois à la conception et à l'exploitation ont été classés, selon leur importance du point de vue de la sûreté, en quatre catégories par ordre de gravité croissant:

Catégorie I. Problèmes indiquant un écart par rapport aux pratiques reconnues à l'échelon international. Ils pourraient être traités dans le cadre de mesures visant à résoudre des problèmes de priorité plus élevée.

Catégorie II. Problèmes préoccupants du point de vue de la sûreté. La défense en profondeur est dégradée. Des mesures s'imposent.

Catégorie III. Problèmes très préoccupants du point de vue de la sûreté. La défense en profondeur est insuffisante. Des mesures correctives immédiates s'imposent. Des mesures provisoires peuvent être requises également.

Catégorie IV. Problèmes extrêmement préoccupants du point de vue de la sûreté. La défense en profondeur est inacceptable. Des mesures immédiates s'imposent et des mesures compensatoires doivent être mises en œuvre.

Deux réunions d'examen du programme ont été organisées par l'AIEA en août et en octobre/novembre 1991 afin d'aider les Gouvernements bulgare, russe et tchèque à fixer des priorités pour les

mesures correctives qui doivent être prises dans leurs centrales. Quelque 1300 points liés spécifiquement à la sûreté ont été relevés lors des missions d'examen de la sûreté et de l'examen des principes de conception, et ont été regroupés en catégories plus larges couvrant une centaine de rubriques. Les résultats ont été rassemblés dans une base de données informatisée afin d'en faciliter l'analyse et la synthèse.

Le rapport de la réunion a été préparé par un groupe international d'experts et par le personnel de l'AIEA, puis examiné par le comité de direction du programme. Il évalue l'importance des problèmes et sert de base technique à des programmes à court et à long terme nécessaires pour améliorer la sûreté des centrales VVER-440/230.

Conclusions et recommandations

Les principales conclusions et recommandations du programme sont d'une manière générale liées à la conception, à l'exploitation, à l'expérience d'exploitation et à la protection sismique. Un bref aperçu de certains des points retenus est présenté ici.

Défaillances de cause commune. Le risque qu'elles affectent l'évacuation de la chaleur résiduelle du cœur est élevé en raison du plan d'installation et des caractéristiques de conception du réacteur VVER-440/230. La plupart des systèmes sont installés dans la même salle des machines sans séparations suffisantes. Leurs composants essentiels sont refroidis par le circuit d'eau brute, commun à deux réacteurs. Il n'y a pas de séparation entre le câblage de commande et les câbles électriques de l'équipement redondant. La salle de commande principale est située près de la salle des machines et aucune protection télécommandée n'est prévue.

Un incendie peut donc détruire ou mettre en panne des équipements voisins situés dans la salle des turbines (commune aux deux réacteurs). Vu l'expérience d'exploitation des centrales VVER, cette probabilité n'est pas négligeable. Il apparaît nécessaire d'installer, à l'extérieur de la salle des machines, un autre dispositif d'alimentation en eau.

Un incendie dans une galerie de câbles pourrait interrompre l'alimentation électrique des systèmes d'évacuation de la chaleur résiduelle. Cela s'est produit à deux reprises dans des centrales de ce type — à Greifswald en 1975 et à Armenia en 1982. Après ce dernier, une solution préventive a été conçue et appliquée dans cette centrale, de même que dans celles de Kola et de Bohunice, consistant à séparer le câblage d'alimentation électrique de tous les autres câbles. Il faudrait achever cette modification à Novovoronej et appliquer une solution analogue à Kozloduy. La protection contre l'incendie devrait d'ailleurs être améliorée dans l'immédiat sur tous les sites, notamment au niveau des galeries et chemins de câbles, afin de mieux prévenir les défaillances de cause commune de toutes les fonctions de sûreté.

Un événement naturel tel qu'un tremblement de terre pourrait, en outre, perturber l'alimentation en eau brute. Des défaillances uniques pourraient provoquer un arrêt total de ce circuit. Qui plus est, les pompes du système, communes aux deux réacteurs, sont montées côte à côte dans le même bâtiment. Une défaillance du système pourrait annuler le dispositif d'évacuation de la chaleur résiduelle. Les diesels électrogènes, refroidis eux aussi à l'eau brute, seraient également mis hors service. La seule source de courant électrique serait alors le réseau externe, qui pourrait à son tour ne pas fonctionner si la centrale s'arrêtait à l'improviste.

Des mesures provisoires devraient être prises pour réduire le risque d'arrêt total de l'alimentation en eau brute. Il faudrait notamment améliorer la protection contre l'incendie et les inondations et renforcer les inspections, la surveillance et la maintenance du système.

Salle de commande. La salle de commande principale étant située près de la salle des machines, son atmosphère pourrait être envahie par la vapeur ou les fumées d'un incendie, par exemple. Il faudrait donc apporter des modifications à la salle de commande pour y améliorer les conditions ambiantes en cas d'accident et la protéger contre les agressions extérieures. En outre, un poste de repli devrait être installé assez loin de la salle de commande, qui permettrait d'échapper aux conditions extrêmes et à partir duquel l'opérateur pourrait, en toute sécurité, maintenir la centrale à l'arrêt.

Prévention des accidents. Préserver l'intégrité du circuit primaire est l'un des principaux objectifs de sûreté de la prévention des accidents. Aussi la plupart des problèmes liés à cette question ont-ils été classés dans les catégories III et IV. Il s'agit de:

- **L'intégrité des cuves de réacteurs.** L'irradiation par des neutrons de haute énergie a fragilisé les parois de la cuve du réacteur, notamment la soudure circulaire au niveau du cœur du réacteur. Certaines mesures ont été prises pour retarder le processus, et d'autres sont à l'étude.

- **L'intégrité du circuit primaire.** Les centrales VVER-440/230 ne sont pas conçues pour faire face à une rupture du circuit primaire équivalant à un diamètre supérieur à 32 mm, ce qui est très préoccupant du point de vue de la sûreté. Il importe, par conséquent, de démontrer qu'il est possible de déceler dans le circuit des défauts pouvant donner lieu à une rupture. Il faut étudier la possibilité d'appliquer le principe de la fuite avant rupture. Il faut en outre installer et étalonner des détecteurs de fuite adéquats dans les meilleurs délais.

- **La protection contre les surpressions.** La protection du circuit primaire contre les surpressions est assurée par les soupapes de sûreté du pressuriseur, généralement pilotées, mais elles ne valent pas pour l'eau ou le mélange eau-vapeur. Cela veut dire que le circuit primaire n'est pas bien protégé s'il est toujours fermé au moment où le pressuriseur est plein d'eau. De plus, certaines de ces soupapes ne

répondent pas aux exigences antisismiques et le plan d'installation est tel que le risque de défaillances de cause commune ne saurait être écarté.

Contrôle-commande. Lors de missions d'examen de la sûreté, on a constaté qu'en raison du manque d'informations, de centralisation et d'automation, les opérateurs étaient trop sollicités, en particulier en régimes transitoires. Il faut par conséquent examiner la conception de la salle de commande en rapport avec l'exécution des principales fonctions de sûreté afin de déterminer quelles modifications et quels dispositifs supplémentaires (système informatisé d'affichage des paramètres de sûreté, par exemple) apporteraient une aide précieuse à l'opérateur en cas d'urgence. Le fonctionnement des systèmes de secours ne devrait pas être gêné par des signaux de protection du matériel ni par des interventions manuelles, du moins pendant un laps de temps déterminé après le signal de contrôle-commande initial. On sait déjà que la règle ne s'applique pas aux matériels à protéger d'urgence, tels que les groupes électrogènes, les pompes d'injection de sûreté et les pompes d'aspersion de l'enceinte.

Alimentation électrique. Il existe deux programmes d'intervention des groupes électrogènes pour suppléer à une panne éventuelle d'alimentation externe et à une perte de fluide primaire avec panne de courant externe. Dans ce dernier cas, deux groupes électrogènes sur trois sont nécessaires, ce qui implique, au niveau des déclencheurs séquentiels des groupes, un risque de défaillance de cause commune des deux diesels à la fois. Afin de prévenir ce type de défaillance, les deux voies doivent être entièrement autonomes. Les équipements auxiliaires indispensables aux groupes électrogènes devraient également être indépendants, tout au moins en ce qui concerne le contrôle-commande, le démarrage, l'alimentation en combustible et en huile, l'eau de refroidissement et les accumulateurs. Ce problème doit avoir la priorité absolue. Des mesures compensatoires immédiates doivent être mises en œuvre, notamment pour assurer la protection contre l'incendie, et la surveillance et la maintenance. Le courant continu fourni par les accumulateurs est susceptible de défaillances de cause commune et la conception ne satisfait pas aux critères de défaillance unique. De plus, les moto-générateurs réversibles se sont avérés peu fiables et devraient être remplacés par des chargeurs et inverseurs séparés.

Protection contre l'incendie. Une conception défectueuse de la protection contre l'incendie des bâtiments et du plan d'installation des systèmes ainsi que des pratiques de gestion interne peu satisfaisantes font courir un risque d'incendie non négligeable avec possibilité de défaillance de chaînes entières de fonctions de sûreté dans les centrales VVER-440/230.

Pour ce qui est de la prévention des incendies, les matériaux inflammables utilisés pour les toitures, les revêtements de sol, les peintures des murs et les revêtements de câbles devraient être remplacés par

des matériaux non inflammables. Il faudrait, à titre provisoire, diviser les toitures, sols ou murs en sections alternant avec des bandes non inflammables.

Il faudrait aussi dresser un inventaire de tous les matériaux inflammables de la centrale et prendre des mesures propres à limiter le risque d'incendie (en installant, par exemple, des systèmes automatiques de détection et d'extinction de feux).

Pour ce qui est de la détection, seuls les transformateurs, passages de câbles ou groupes électrogènes sont équipés. D'autres endroits à haut risque d'incendie ou dans lesquels un incendie compromettrait gravement la sûreté, tels les réservoirs d'huile des turbines, la salle des pompes d'injection de secours ou même la salle de commande principale, ne sont généralement pas équipés de systèmes de détection.

Des systèmes automatiques de détection et d'extinction devraient être installés dans tous les endroits où un feu aurait de graves conséquences pour la sûreté. La meilleure mesure à long terme serait de replacer les équipements redondants ou d'en installer de nouveaux dans divers secteurs de feu.

Analyse des accidents. La plupart des problèmes examinés font apparaître la nécessité d'une analyse des accidents. Celle-ci suppose une approche systématique afin que tous les accidents ou les états transitoires soient évalués et que les examens tiennent compte du degré voulu de détail et d'information, des conditions limites, de l'application du critère de défaillance unique, des hypothèses concernant l'intervention de l'opérateur et des défaillances de mode commun. Il faudrait inclure les accidents que l'on n'a pas encore pris en considération, notamment ceux qui vont au-delà de la base de calcul, ainsi que l'examen de l'enclencheur de confinement.

Pratiques d'exploitation. Les pratiques d'exploitation dans les centrales VVER-440/230 sont très différentes des pratiques internationales et cela est dû pour beaucoup au fait que les exploitants de VVER

étaient encore récemment isolés de la communauté internationale. Il ressort des missions d'examen de la sûreté que des mesures immédiates doivent être prises dans ces centrales pour améliorer les méthodes d'exploitation et la maintenance, et pour sensibiliser davantage le personnel en matière de sûreté. Dans plusieurs cas, les éléments indispensables à une culture de la sûreté étaient absents. S'il faut des mois, voire des années, pour résoudre nombre de problèmes de conception, la plupart des problèmes d'exploitation peuvent être traités immédiatement au niveau de la centrale.

Phase suivante du programme

L'AIEA occupe, parmi les organisations intergouvernementales, une position privilégiée pour poursuivre ce travail. Cela tient à sa coopération de longue date avec des pays d'Europe orientale et à l'expérience qu'elle a acquise dans le cadre du programme VVER-440/230, parallèlement à sa prestation régulière d'une gamme de services et d'activités liés à la sûreté. Elle est en mesure de fournir les avis techniques nécessaires pour que les programmes d'assistance répondent aux exigences réelles de sûreté et que les priorités concordent avec les prescriptions de sûreté à long terme, définies au niveau international.

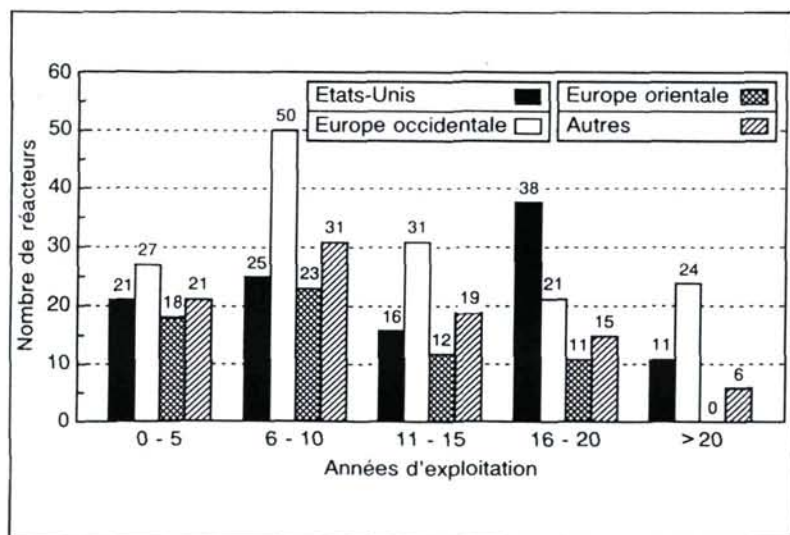
Aussi la seconde phase du programme consistera-t-elle essentiellement à aider les pays à tirer le meilleur parti de l'assistance qu'ils reçoivent de la CCE et de l'AMECEN, par exemple. Cette assistance devrait être conforme aux recommandations de la première phase de ce programme et ne pas répéter des travaux déjà faits ou entrepris au niveau international ou dans le cadre de programmes nationaux. Le rôle des organismes réglementaires nationaux et le renforcement des capacités techniques seront un élément important de cette assistance.

Il a été suggéré en outre que l'AIEA participe, en tant que conseiller technique spécial, à la coordination du groupe des 24 pays de l'OCDE pour définir des priorités et formuler des recommandations techniques. Des programmes d'amélioration de la sûreté sont actuellement en cours, à des degrés divers, dans chacune des dix centrales examinées par l'AIEA.

Les activités entreprises en 1992 portent sur trois grands domaines nécessitant une assistance: la solution des problèmes propres à chaque centrale et à chaque pays; l'étude de questions générales de sûreté; la coordination avec d'autres programmes bilatéraux et internationaux.

En coopération avec la CCE, l'AIEA a l'intention de créer et de gérer une base de données centralisée regroupant tous les programmes d'assistance liés à la sûreté nucléaire en Europe orientale. La base de

Centrales nucléaires en service groupées selon le nombre d'années d'exploitation



données devrait comprendre un registre exhaustif des problèmes de sûreté et tous les programmes qui auront été entrepris, prévus ou achevés. Elle devrait également contenir des informations sur les organisations intéressées, sur les programmes et leurs objectifs, leur portée, leur calendrier, leur état d'avancement et leur coût et, enfin, sur les résultats escomptés. L'AIEA pourra être consultée pour des avis techniques afin que les organisations fournissant un appui financier puissent approuver des propo-

sitions spécifiques et en suivre l'application avec plus de facilité.

En outre, l'AIEA mène un certain nombre d'autres activités liées à la sûreté des centrales nucléaires anciennes équipées de réacteurs de conception soviétique: continuation d'un programme de coopération technique pour étudier la sûreté des centrales VVER-440/213; programme international sur la sûreté des réacteurs RBMK; et programme sur la sûreté des centrales VVER-1000.

Le programme — Orientation, portée et appui

Le programme international de l'AIEA destiné à aider les pays exploitant des centrales VVER-440/230 de conception soviétique vise à compléter d'autres activités nationales, bilatérales et multilatérales. Son financement est extrabudgétaire et dépend des contributions volontaires d'Etats Membres et de diverses organisations (voir le tableau).

Le principal objectif est d'aider à effectuer des examens de sûreté exhaustifs afin de déceler les faiblesses de conception et d'exploitation à corriger. Ces examens seront la base technique des décisions en matière de renforcement de la sûreté qui devront en dernier ressort être prises par les pays exploitant ces centrales.

Le programme a été lancé à l'issue de la réunion, en septembre 1990, d'un groupe consultatif chargé de définir la portée technique et le plan des travaux. Le groupe comptait 42 participants de 19 Etats Membres, de la Commission des Communautés européennes (CCE) et de l'Association mondiale des exploitants de centrales nucléaires (AMECEN).

Le programme prévoyait:

- un examen de la base de conception pour avoir une idée générale des aspects de sûreté des centrales VVER-440/230;
- des missions d'examen de la sûreté menées par des équipes d'experts internationaux sur divers sites de réacteurs afin d'évaluer les défauts de conception propres à chaque centrale et les pratiques d'exploitation, en tirant le meilleur parti de l'expérience de l'AIEA en matière de fourniture de services relatifs à la sûreté — notamment à travers les missions OSART (examen de la sûreté d'exploitation) et ASSET (analyse des événements importants pour la sûreté);
- des études de problèmes généraux de sûreté tels que la fragilisation des cuves à pression, la possibilité d'appliquer le principe de la fuite avant rupture, la réévaluation des analyses d'accidents en se servant de codes informatiques modernes et les évaluations probabilistes de la sûreté.

Un comité de direction auquel participaient des représentants de l'Allemagne, de la Bulgarie, de l'Espagne, de la Fédération de Russie, de la France, du Royaume-Uni, de la Suisse et de la Tchécoslovaquie a été créé pour suivre la mise en œuvre du programme et fournir des avis techniques sur les mesures à prendre pour résoudre les problèmes de sûreté et sur l'établissement des priorités à accorder aux activités. Les Etats-Unis se sont joints au comité de direction en octobre 1991.

Des observateurs de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, de la CCE, de l'AMECEN et de la Banque mondiale ont assisté aux réunions de ce comité et le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire a créé un sous-groupe pour s'occuper de ces questions.

Pays/ organisations internationales	Contribution (dollars E.-U.)	Collaboration (journées de de travail)
Afrique du Sud		20
Allemagne	156 000	260
Argentine		6
Autriche	32 500	10
Belgique		56
Bulgarie		61
Canada		32
Espagne	150 000	153
Etats-Unis		206
Fédération de		
Russie		404
Finlande		151
France		454
Hongrie		48
Italie		32
Japon		50
Norvège	3 000	
Pays-Bas	175 000	20
Royaume-Uni	50 000	187
Suède		12
Suisse	76 500	96
Tchécoslovaquie		75
Yougoslavie		20
AEN/OCDE		21
AMECEN		67
Banque		
mondiale		20
CCE		106
Total	643 000	2567