

QUESTIONS DE SÛRETÉ NUCLEAIRE

Rapport de Luis Lederman, chef par intérim de la Section de l'évaluation de la sûreté du Département de la sûreté nucléaire de l'AIEA, secrétaire scientifique de la séance thématique 7: «Mesures correctives en matière de sûreté nucléaire».

En collaboration avec le Département des affaires humanitaires de l'ONU, l'Agence a organisé, du 1er au 3 avril 1996, une réunion sur la sûreté de la centrale de Tchernobyl afin d'examiner les mesures correctives prises depuis l'accident pour améliorer la sûreté des réacteurs RBMK et de la structure de confinement du réacteur sinistré (le sarcophage). Les résultats ont été présentés à la conférence internationale sur Tchernobyl qui se réunissait la semaine suivante.

Les conclusions de cette réunion relatives à la sûreté des réacteurs du type de Tchernobyl (RBMK) et aux conditions sur le site de la centrale sont résumées ci-après.

Causes de l'accident

Nombre de scientifiques étudient depuis dix ans les événements qui ont provoqué l'accident de l'unité 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl, le 26 avril 1986. On ignore encore certains détails des phénomènes qui se sont produits, mais on en sait suffisamment pour préciser les causes et prendre des mesures efficaces pour éviter la répétition d'une telle catastrophe.

A notre avis, les causes principales de l'accident peuvent se résumer comme suit:

- graves défauts de la conception physique du réacteur et de celle des systèmes de mise à l'arrêt;
- fort coefficient de vide en régime d'exploitation à taux de combustion élevé;
- effet positif de l'arrêt d'urgence dans l'état du réacteur avant l'accident;
- non-incorporation de la marge de réactivité opérationnelle dans la protection du réacteur;
- culture de sûreté insuffisante des organismes responsables, d'où l'incapacité de remédier à de graves défauts, pourtant connus longtemps avant l'accident;

- programme d'essais trop peu raisonné et étudié au niveau de la sûreté technique;
- non-respect des instructions d'exploitation;
- le mode et le matériel d'exploitation exigeaient trop du personnel responsable;
- protection insuffisante contre les accidents plus graves que l'accident de référence.

Sûreté des RBMK

De l'avis général, la conception initiale du cœur et du système de mise à l'arrêt des RBMK comportait de gros défauts. Cela vaut pour toutes les générations de réacteurs de ce type. Entre 1987 et 1991, une première série d'améliorations ont été apportées à tous les RBMK pour corriger les problèmes de sûreté les plus graves qui en résultaient.

Le coefficient de vide a été réduit par l'adjonction de 80-90 absorbeurs, par celle de 43-45 barres de commande manuelle pour accroître la marge de réactivité opérationnelle, et par l'emploi de combustible enrichi à 2,4 %.

Le système d'arrêt d'urgence est plus efficace grâce à l'élimination des colonnes d'eau; l'augmentation du nombre de barres de commande de fond qui s'insèrent dans le cœur en même temps que les barres supérieures après les signaux de déclenchement; l'accroissement de la vitesse d'insertion des barres; un nouveau système de mise à l'arrêt plus rapide; et des signaux supplémentaires pour le système de commande et de sûreté.

L'organisation des opérations a été renforcée en multipliant les calculs et les affichages de la marge de réactivité opérationnelle et en améliorant les règles et procédures d'exploitation. Des progrès ont été faits par ailleurs: installation de postes de mise à l'arrêt à distance, essais non destructifs et formation de personnel sur simulateur. L'exécution de ces travaux varie d'une centrale à l'autre.

Certains problèmes non résolus à ce stade demandent un complément d'étude qui est fonction, en grande partie, de l'évolution des RBMK.

Nul doute que d'importants perfectionnements ont été apportés aux éléments de la sûreté responsables de l'accident de Tchernobyl. Quant aux autres aspects, des améliorations sont en cours ou prévues. Cette seconde vague d'améliorations continue à se heurter à de grosses difficultés financières, problème grave sinon principal en matière de sûreté des RBMK.

Défauts à corriger. L'analyse faite à ce jour montre que les déficiences connues de la sûreté des deuxième et troisième générations de RBMK pourraient être techniquement éliminées *grosso modo* selon le principe de la défense en profondeur. La plupart des mesures à prendre sont déjà définies et internationalement agréées.



La réalisation pratique de l'adaptation des RBMK de la première génération présente plus de difficultés que celle des deuxième et troisième générations. En Occident, on a beaucoup douté de la faisabilité et de la rentabilité des adaptations. Toutefois, dans l'optique actuelle, les programmes en cours traitent la plupart des problèmes de sûreté et prévoient la rectification d'éléments essentiels (systèmes de commande et de protection, systèmes de refroidissement de secours du cœur et confinement partiel). Même s'ils ne retiennent pas toujours les solutions techniques adoptées pour les nouveaux RBMK, ils apporteront d'importantes améliorations. Lorsque l'approche «classique» est difficile, on s'en remet souvent à des «solutions de rechange».

Problèmes particuliers à Tchernobyl

La plupart de ces considérations sur la sûreté des RBMK valent aussi pour la centrale de Tchernobyl. La situation y est cependant particulière, car le site

pose certains problèmes spécifiques concernant la sûreté des autres réacteurs et les conséquences de l'accident.

Bien qu'il soit prévu de mettre prochainement à l'arrêt les trois autres unités, les programmes internationalement agréés doivent être exécutés pour garantir la sûreté de ces dernières pendant le reste de leur durée utile.

Pour ce qui est des conséquences de l'accident, l'inquiétude plane sur le sarcophage édifié autour du réacteur détruit, sur les matières radioactives qu'il contient et sur celles qui sont enfouies sur le site.

Le sarcophage. Son intégrité douteuse n'est pas une mince affaire. Comme les supports essentiels de la structure principale ont été montés par télécommande, sans soudure ni boulonnage, il n'est pas sûr qu'il résiste à des impacts internes ou externes éventuels (contraintes dues au vent, à la neige ou aux séismes). Le risque de le voir s'effondrer en tout ou en partie pendant sa durée utile de 30 ans initialement prévue n'est pas négligeable si l'on ne prend pas de mesures.

Vue aérienne de la centrale nucléaire de Tchernobyl. À gauche, le sarcophage qui renferme le réacteur sinistré.

(Photo: Mouchkin/AIEA)

Aperçu des activités internationales relatives à la sûreté des RBMK

En réponse à une demande de l'ex-Union soviétique, l'AIEA a mis en œuvre en 1992 un programme sur la sûreté des RBMK qui vise à regrouper les résultats des diverses activités nationales, bilatérales et multilatérales pour réaliser un consensus international sur les améliorations nécessaires de la sûreté et les priorités correspondantes*.

Ce programme assiste à la fois les services de réglementation et les organismes exploitants et conditionne les décisions techniques et financières. Il prévoit un large éventail d'activités et, depuis 1992, plusieurs examens et évaluations ont été faits. Pendant sa première phase, Smolensk-3 et Ignalina-2 ont été pris comme RBMK de référence.

Commission européenne. En 1991, un consortium international sur la sûreté des améliorations techniques et de l'exploitation des centrales nucléaires équipées de réacteurs RBMK a été créé sous les auspices de cette commission. Huit pays occidentaux (Allemagne, Canada, Espagne, Finlande, France, Italie, Royaume-Uni et Suède) et trois pays exploitant des RBMK (Fédération de Russie, Lituanie et Ukraine) en font partie. Les questions suivantes ont été étudiées: ingénierie des systèmes et développement d'un accident, systèmes de commande et de protection, physique du cœur, événements extérieurs, qualité de l'ingénierie, expérience d'exploitation, facteurs humains, interface avec la réglementation et évaluation probabiliste de la sûreté (EPS).

Plus de 300 améliorations de la sûreté ont été recommandées. Nombre d'entre elles avaient déjà été jugées utiles par les concepteurs et les exploitants, puis réalisées, tandis que les autres sont nouvelles et tout aussi importantes.

Union mondiale des exploitants nucléaires (UMEN). En 1992, un groupe international d'utilisateurs de réacteurs de fabrication soviétique a indiqué les mesures qu'ils recommandent pour améliorer la sûreté des RBMK. Certains sont déjà prises ou prêtes à l'être et d'autres sont encore en projet.

Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD). A la fin de 1995, 14 pays et l'Union européenne avaient annoncé leurs contributions au fonds de 245 MECU pour la sûreté nucléaire.

L'assistance fournie à la centrale d'Ignalina comporte du matériel pour inspections en cours d'exploitation, un simulateur intégral, la protection

contre l'incendie et la préparation d'un rapport d'analyse de la sûreté.

L'assistance au RBMK Leningrad concerne un programme d'amélioration de la sûreté, avec fourniture de matériel comme pour Ignalina.

Le projet sur Tchernobyl du fonds pour la sûreté nucléaire prévoit des améliorations à court terme de la sûreté de l'unité 3, dont une inspection en cours d'exploitation, une instrumentation pour la mesure des flux neutroniques et un système de surveillance de l'hydrogène.

Des ressources sont prévues pour des installations de déclassement, notamment une usine de traitement des déchets liquides de faible et moyenne activité, et un dépôt de combustible épuisé.

Programmes bilatéraux.

Suède et Lituanie. Le programme prévoit une aide à l'organisme de réglementation VATESI, une collaboration avec l'industrie nucléaire suédoise et la centrale d'Ignalina, et divers projets techniques. Les domaines d'assistance sont le cadre juridique (examen de la loi lituanienne sur l'énergie), le développement du système de réglementation, l'inspection des matières, la gestion, l'organisation et une EPS du degré 1 (pour la centrale de Barselina).

Les projets techniques concernent la protection contre l'incendie, l'amélioration du système de décompression de la cavité du réacteur et du système de localisation des accidents, le volume de stockage du combustible épuisé, le compactage des déchets, le renforcement de la protection physique de l'installation et la modernisation du système de communication.

Russie et Canada, Allemagne, Etats-Unis, France, Italie, Japon, Royaume-Uni, Suède, Suisse. Les programmes bilatéraux concernent l'élaboration de procédures d'exploitation d'urgence fondées sur les symptômes (Etats-Unis), la protection contre l'incendie, les obturateurs de canaux de combustible, les améliorations de l'instrumentation et de la commande, l'inspection en cours d'exploitation, le système de détection des fuites (Japon), l'analyse des métaux, l'EPS, l'assurance de la qualité, et les codes thermiques, hydrauliques et neutroniques.

L'avenir. On s'accorde à reconnaître que les résultats de l'assistance internationale donnent l'assurance que les principaux défauts et les améliorations nécessaires de la sûreté des RBMK ont été définis.

L'état d'avancement des travaux est très variable d'une centrale à l'autre. Il faut donc faire encore un gros effort pour achever les analyses de la sûreté de chaque centrale et procéder aux améliorations nécessaires.

* Les grandes lignes de ce programme sont exposées dans le *Bulletin de l'AIEA*, volume 38, n° 1 (mai 1996).

Même dans le pire des cas, son effondrement total ne devrait pas avoir d'effets de grande envergure. Sa stabilisation n'en est pas moins une nécessité prioritaire.

L'infiltration d'eau dans le sarcophage peut accélérer la dégradation des masses de combustible en poussière et la corrosion des structures de soutien, et accroître la réactivité de ces masses de combustible. Quant à la contamination des eaux souterraines, le risque n'est pas nul à long terme, mais il est moindre que celui qui serait dû au contact de l'eau avec les matières radioactives enfouies sur le site à l'extérieur.

En ce qui concerne le risque d'un retour à la criticité, le sarcophage est actuellement sûr. Cependant, il existe à l'intérieur des configurations de masses de combustible qui pourraient devenir critiques si l'eau s'en mêlait. A supposer qu'il en résulte une assez forte radioactivité à l'intérieur, il n'y aurait pas lieu de craindre des effets mécaniques ni d'importants rejets hors du site, mais il faudrait étudier l'impact sur le personnel des autres unités.

Les incidences possibles sur la sûreté de la proximité de l'unité 3 pose un autre problème. Le risque est généralement jugé faible, mais les opinions sont très divergentes sur la gravité du risque d'un accident de cette dernière provoqué par un effondrement du sarcophage. La question mérite d'être étudiée plus à fond.

listes tiendraient compte de la situation radiologique et des priorités qui s'imposent en matière de sûreté et d'évacuation des déchets. Il faudrait commencer par stabiliser le sarcophage afin de réduire sensiblement le risque d'effondrement et de se donner le temps de la réflexion pour bien planifier la suite des opérations, par exemple la construction d'une nouvelle enceinte et la gestion des déchets, ce qui impliquerait la récupération au moins partielle des masses de combustible contenues dans le sarcophage et l'évacuation des matières radioactives enfouies sur le site.

Autres problèmes particuliers au site

Il s'agit de la contamination, et plus spécialement des matières radioactives enfouies sur le site. Le type et l'étendue de cette dernière ont été définis. Bien que le débit de dose soit localement très élevé, on peut accéder presque partout. Cependant, les dépôts provisoires de matières fortement radioactives, tel le combustible nucléaire éjecté du réacteur lors de l'accident, empêchent toute reconstruction. Des substances radioactives pénètrent dans les eaux souterraines à cet endroit. La contamination est encore faible, mais elle peut présenter un grand risque à long terme; il est donc impératif d'évacuer méthodiquement ces matières.

Remise en état progressive du site

Sur les lieux, les problèmes sont tels qu'il faudra, pour les résoudre, faire un gros effort pendant longtemps. Il est indispensable d'assurer l'intégrité du sarcophage, de maîtriser définitivement le réacteur détruit, d'évacuer les déchets et de remettre le site en état, et cela coûtera cher.

De l'avis général, la tâche exige une approche intégrée par étapes bien calculées. Des objectifs réa-