

L'AIEA aide à l'évaluation des infrastructures de base, c'est-à-dire la capacité de planification et de décision, les structures organisationnelles, l'importance et la structure du réseau électrique, la main-d'œuvre qualifiée, le soutien industriel et le financement. L'évaluation implique celle de la capacité d'absorber le transfert de technologie et de dresser des plans de développement, en se fondant autant que possible sur l'expérience qu'a le pays des techniques nucléaires et des réacteurs de recherche. Au sujet du perfectionnement de la main-d'œuvre, la totalité des activités de coopération technique est offerte: projets spéciaux par pays, grands projets du PNUD, cours de formation, missions et ateliers. De nombreux éléments de cet ensemble se chevauchent et sont coordonnés avec les activités de planification du programme nucléo-énergétique.

Le rôle de l'AIEA dans les études de faisabilité d'un projet (y compris sur le plan financier) se limite à donner des conseils sur l'organisation des études, à en déterminer la teneur et à examiner son déroulement et ses résultats. Quand c'est possible, l'AIEA coopère avec la Banque mondiale et l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI).

● **Détermination d'une politique et d'une stratégie de participation nationale.** La participation nationale fait partie intégrante du programme d'énergie nucléaire. L'importance et le niveau de cette participation diffèrent selon les conditions propres à chaque pays et dépendent des politiques et des infrastructures nationales, de la capacité d'investissement, de l'adéquation des facteurs agissant sur le marché tels que le coût des produits nationaux, le financement, les normes de qualité, les compétences techniques, la sûreté nucléaire et la disponibilité des matières premières.

L'action de l'AIEA consiste surtout à aider à concevoir l'étude de la participation nationale. Elle comprend une étude industrielle pour déterminer celles des industries nationales dont la production peut, ou pourrait, satisfaire aux normes de qualité de la technologie nucléaire.

● **Planification du financement des projets.** Le financement des projets d'équipement nucléo-énergétique soulève des problèmes complexes que toutes les parties intéressées doivent parfaitement comprendre. L'AIEA favorise l'échange d'informations entre acquéreurs, vendeurs, organisations de financement et assureurs du crédit à l'exportation pour qu'il y ait une meilleure compréhension des besoins particuliers, des complexités et des possibilités de financement du nucléaire dans les pays en développement. Elle aide en outre, conjointement avec la Banque mondiale, à renforcer les moyens dont disposent le gouvernement local et le service public pour planifier le financement dans le secteur de l'électricité en vue d'augmenter les possibilités d'investissement dans le nucléaire.

Formation des opérateurs de la salle de commande des centrales nucléaires en vue de prévenir les accidents

Pour les accidents graves, l'entraînement se fait sur simulateur

par Luis Lederman

Apprentissage sur simulateur à la centrale nucléaire de Three Mile Island, en Pennsylvanie. (Photo: INPO)





Les simulateurs sont couramment utilisés pour former les opérateurs, tant dans l'industrie nucléaire que dans les autres industries de haute technologie. Au cours des dernières années, les résultats des analyses probabilistes de la sûreté et l'expérience d'exploitation des centrales nucléaires ont dégagé un certain nombre de scénarios qui appellent un perfectionnement du personnel d'exploitation.

Les séquences d'événements qui peuvent aboutir à un accident grave résultent généralement d'une combinaison d'erreurs humaines, de pannes diverses ayant une même origine, de défaillances fortuites de composants et de diverses formes d'interactions entre systèmes, et sont essentiellement étrangères à la «base de conception». De par leur nature même, ces incidents sont rares et la réponse de l'opérateur en leur présence est difficile à prévoir. Dans ces conditions, il y a intérêt à recourir aux simulateurs pour enseigner aux opérateurs la manière de prévenir ou de traiter la situation résultant d'un accident grave. De fait, plusieurs moyens d'y parvenir sont à l'étude.

Une réunion, récemment organisée à Vienne par l'AIEA, a passé en revue l'expérience acquise dans l'application des simulateurs à la formation en vue des situations d'urgence*.

Pour se prêter à une simulation, le scénario doit être conçu en fonction de l'usage que l'on veut en faire. Par exemple, pour définir l'état de fatigue ou de tension d'une équipe d'opérateurs, il faut raisonner à court terme. La formation des équipes d'intervention en cas d'accident et la vérification des procédures ou des stratégies sont des questions importantes qu'il faut également étudier de très près lorsqu'on veut simuler un accident.

Les limitations d'un simulateur total sont évidentes, en particulier lorsqu'il s'agit de scénarios de longue durée. Les conditions aux limites ont été traitées, jusqu'à maintenant, d'une manière restrictive. Comme condition initiale, on ne retient que l'exploitation à pleine puissance. Cette hypothèse exclut les situations impliquant une moindre disponibilité des systèmes importants pour la sûreté et un défaut d'attention de la part des opérateurs lorsqu'ils doivent s'acquitter de tâches complémentaires. Ces situations se produisent couramment lorsque les réacteurs sont à l'état sous-critique ou autrement exploités à faible puissance, et il convient d'en tenir compte. Par ailleurs, comme la précision d'une simulation sur ordinateur décroît en fonction de la dégradation du cœur, nombre de scénarios d'accidents sont

interrompus au point où la progression de l'endommagement du cœur échappe à l'action des opérateurs.

Aux fins de la formation, le principe du scénario est de reproduire la situation telle qu'elle se présente dans la salle de commande. Ainsi, trois phases distinctes sont à retenir pour l'étude d'un scénario:

- Des perturbations de gravité croissante sont introduites progressivement pour motiver et intégrer l'opérateur dans le scénario;
- Des défaillances ou des perturbations supplémentaires sont introduites pour accroître le plus possible la tension de l'opérateur;
- Le scénario est prolongé pour permettre l'apparition de difficultés particulières qui peuvent se manifester à long terme; un complément d'information peut être donné aux membres des équipes d'appui technique pour leur permettre de participer et de prendre des décisions.

L'étude des fonctions que devrait avoir un simulateur total destiné à la formation des opérateurs en vue des accidents graves a révélé les insuffisances des dispositifs actuels, à savoir:

- Les modèles mathématiques existants (neutroniques, thermohydrauliques, de contrôle, et logiques) ne valent pas pour bon nombre de transitoires annonciateurs d'un accident grave;
- Les programmes de simulation en temps réel, dont beaucoup sont établis dans un langage machine spécifique par souci d'efficacité, sont, de ce fait, difficiles ou même impossibles à modifier.

Il faudrait donc établir de nouveaux modèles de simulation ou améliorer ceux qui existent, notamment en ce qui concerne les flux à deux phases, la réponse de l'enveloppe de confinement, le système de refroidissement d'urgence du cœur, la thermohydraulique et la neutronique du cœur, et le comportement du combustible. Pour ce qui est de la thermohydraulique du cœur, il faut distinguer deux périodes. La première, qui précède l'endommagement du cœur, peut être traitée d'une façon générale par les modèles de perte de fluide de refroidissement. Pour la seconde, la simulation est sensiblement plus difficile, surtout lorsque la température du cœur s'élève rapidement et que le scénario suppose la défaillance partielle ou totale du système de refroidissement d'urgence. Il faut aussi modéliser en détail les phénomènes qui, pendant un accident réel, génèrent des signaux contradictoires provenant de différentes zones du cœur.

Les résultats des analyses probabilistes de la sûreté indiquent que les principales chaînes d'événements aboutissant à un endommagement du cœur sont souvent provoquées par des transitoires associés aux circuits secondaires de la centrale. Il faut donc établir un modèle tenant compte des composants à deux phases.

Pendant un accident grave, les paramètres du confinement — température, pression, humidité et radioactivité — sont affichés dans la salle de commande. L'opérateur doit donc être capable de les identifier et de prendre les mesures qui s'imposent. Quant aux modèles de confinement, ils doivent tenir compte de phénomènes tels que le passage de la vapeur ou de l'eau d'un compartiment à un autre, et de l'action des dispositifs de sûreté comme les systèmes d'aspersion et de décompression, afin de localiser l'hydrogène.

Etant donné la complexité des phénomènes physiques qui accompagnent un accident grave, les modèles mathématiques risquent souvent de représenter des conditions qui ne correspondent pas à la réalité. En pareil cas, les instructeurs doivent en être avisés, de préférence par l'intermédiaire du logiciel.

On s'accorde en général pour penser que la modélisation au-delà de la base de conception doit être abordée avec beaucoup de précautions lorsqu'il s'agit de simulateurs d'enseignement. Enfin, il faut éviter d'accorder une importance excessive à certains scénarios d'accidents, car on risque ainsi de prédisposer l'opérateur à un diagnostic particulier et aux mesures d'intervention qui en découlent.

* *Experience with simulator training for emergency conditions, AIEA-TECDOC-443, Vienne, 1987.*

M. Lederman est membre de la Division de la sûreté nucléaire.