

Séminaire de Blackpool: L'évaluation probabiliste de la sûreté marque des points

par Michael Cullingford

L'évaluation probabiliste de la sûreté gagne du terrain dans le monde, au point que l'on y travaille activement dans trente Etats Membres de l'AIEA. La raison essentielle du succès de cette méthode est qu'elle permet d'obtenir une information d'importance critique lorsqu'il s'agit de prendre des décisions concernant la sûreté, information que l'on ne peut se procurer par aucun autre moyen. Elle permet aux bureaux d'étude, aux organismes réglementaires et aux exploitants de distinguer entre les problèmes importants sur le plan de la sûreté et ceux qui ne le sont pas. S'il y a intérêt à faire une EPS afin d'en exploiter les résultats, il importe tout particulièrement de savoir que cet exercice, en lui-même, est une expérience enrichissante.

Au Séminaire sur les implications de l'analyse probabiliste des risques, organisé par l'AIEA à Blackpool (Royaume-Uni) au printemps de cette année, les applications de l'EPS au processus de décision ont été au centre des interventions de nombreux participants, parmi lesquels le professeur Léonard Konstantinov, Directeur général adjoint chargé du Département de l'énergie et de la sûreté nucléaires de l'AIEA, qui a précisé que l'Agence avait adopté l'expression «évaluation probabiliste de la sûreté», car c'est elle qui décrit le mieux la méthode en question.

Parmi les produits de l'EPS, la probabilité de fusion du cœur n'est pas celle qui présente le plus d'intérêt, ainsi que

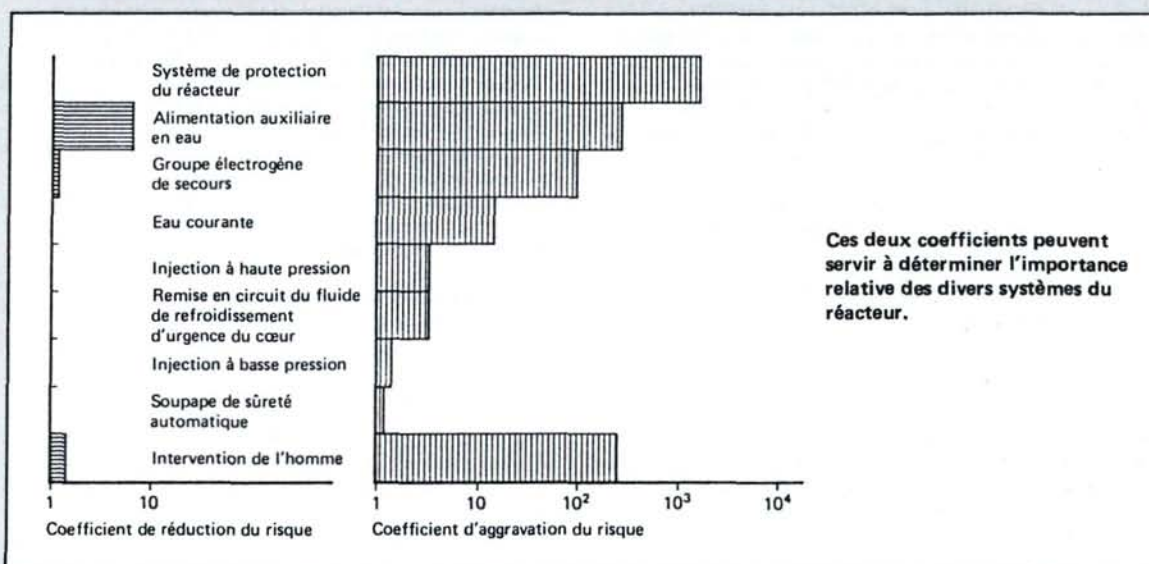
le professeur Konstantinov l'a souligné en mettant en garde contre les valeurs de cette probabilité calculées au cours des 22 EPS faites avant la fin de 1983. Il a notamment dit qu'il faut faire très attention lorsqu'on veut comparer les évaluations de cette probabilité relatives à diverses centrales, à cause de leur imprécision. Cette imprécision, due aux incertitudes, tient aux différences entre les méthodes d'analyse utilisées et entre les caractéristiques de conception, d'exploitation et de site des centrales étudiées.

Applications possibles de l'évaluation probabiliste de la sûreté

L'une des plus utiles contributions de l'EPS à la sûreté nucléaire est de permettre de déterminer les séquences de l'accident qui interviennent le plus dans la fusion du cœur pour une centrale donnée. La connaissance de ces séquences, appelées séquences dominantes, peut utilement servir à déterminer l'importance relative des divers systèmes équipant un réacteur. Le professeur Konstantinov a expliqué cette application particulière de l'EPS à l'aide de la figure ci-jointe qui montre les résultats obtenus pour une centrale déterminée.

Les deux valeurs importantes qui apparaissent sur cette figure sont le coefficient de réduction du risque, utile pour fixer l'ordre de priorité des futures améliorations, et le coefficient d'aggravation du risque qui mesure l'accroissement de la probabilité de fusion du cœur lorsque tel

M. Cullingford est membre de la Section de l'évaluation des risques, Division de la sûreté nucléaire.



système n'est pas en mesure de fonctionner. Cet exemple montre bien l'utilité de ces données pour prendre les décisions que requiert la sûreté, mais le professeur Konstantinov a souligné la difficulté de les obtenir.

Evaluations de la sûreté et autres apports utiles

Les mérites de l'EPS ne sont pas toujours pleinement reconnus. Maintes applications possibles de cette méthode ont été présentées au séminaire, mais peu de mémoires ont apporté des faits.

Les applications possibles sont résumées sur le tableau joint. Bien souvent, l'acquéreur d'une centrale nucléaire en projet souhaite disposer d'une évaluation indépendante de la sûreté. L'EPS est un outil efficace à cette fin et permet d'obtenir, avec le degré de précision voulu, les données nécessaires à une conception judicieuse de la centrale.

La connaissance des risques inhérents aux séquences dominantes d'un accident permet de déterminer les systèmes, les composants et les erreurs humaines qui ont de l'importance. Cette information peut servir aux fins suivantes:

- évaluation de l'effet des incidents anormaux sur la sûreté;
- formation des opérateurs (comportant des tests de réactions sur des simulateurs programmés avec des séquences d'accident déterminées par une EPS);
- amélioration de la conception;
- élaboration de normes et de règlements;
- établissement de programmes d'inspection donnant la priorité aux composants, systèmes, procédures d'essai et opérations d'entretien présentant de l'importance pour la sûreté;
- détermination des incertitudes importantes qui pourraient justifier des recherches prioritaires.

En outre, lors de l'examen des problèmes de sûreté d'un projet d'installation, une EPS peut susciter des questions dont l'étude peut aboutir à la solution des difficultés rencontrées. Un bon exemple a été cité dans un des mémoires qui expliquait comment l'EPS a été utilisée pour octroyer le permis d'exploitation du réacteur à eau sous pression Sizewell «B», au Royaume-Uni.

Le rapport coût-efficacité intervient également dans maintes décisions de caractère normatif où l'on maximise la réduction du risque par rapport à son coût.

Enfin, on peut déduire de l'EPS un risque de référence et un modèle méthodologique utiles pour prendre des décisions d'exploitation et faire la preuve définitive du respect des normes de sûreté. Ce modèle, qui est propre à la centrale considérée, peut servir, pendant toute la durée utile de celle-ci, à résoudre les problèmes de sûreté. Il prend de l'importance avec le temps, car les données obtenues en cours d'exploitation reviennent à lui et corrigent ses incertitudes éventuelles, augmentant ainsi la fiabilité des valeurs numériques.

Divers mémoires traitant des applications pratiques de l'EPS ont signalé en particulier l'optimisation de la conception des systèmes, des spécifications techniques et des arrêts aux fins d'entretien, ainsi que la contribution à une décision concernant la répartition de ressources entre plusieurs centrales en construction.

Traitement des incertitudes

Le séminaire s'est longuement penché sur la résolution des incertitudes inhérentes aux EPS à leur stade actuel de développement. Même si l'on tire grand profit d'EPS entachées de grandes incertitudes, il faut tenter de limiter cet inconvénient et d'améliorer les méthodes permettant de la corriger.

Produits éventuels de l'évaluation probabiliste de la sûreté et leurs applications possibles

Produit	Application
• Spécification des données	• Evaluation de la conception de la centrale en ce qui concerne la sûreté
• Principales sources de risque (séquences de l'accident, importance des systèmes, composants, actions humaines)	• Evaluation de l'incident, formation des opérateurs; Axer les normes et règlements sur les points importants pour la sûreté; Optimisation du temps d'inspection
• Faiblesses de la conception ou de l'exploitation de la centrale	• Amélioration de la conception, ajustements
• Principales sources d'incertitudes	• Priorités dans la recherche
• Système de participation	• Dialogue constructif avec le public
• Rapport coût-efficacité	• Réglementation
• Risque global et méthodologie	• Exploitation, respect des objectifs de la sûreté, meilleure compréhension des problèmes de sûreté

Ces incertitudes ont trois causes principales: les variations des paramètres, la modélisation et les lacunes. Les variations paramétriques concernent les taux de défaillance des matériels classiques (pompes, vannes, conduites, cuves), les taux d'erreur humaine et les modifications, dans le temps et dans l'espace, de propriétés fondamentales. Mise à part l'erreur humaine, les incertitudes résultant de variations paramétriques sont relativement minimes, car on dispose d'un grand capital d'expérience acquise. Le taux de défaillance de tel ou tel article d'équipement peut être déduit par extrapolation de celui de matériels analogues.

Les méthodes permettant d'analyser les incertitudes associées à la variabilité des données sont raisonnablement au point. Celles dont on dispose pour estimer les incertitudes des données de base et les suivre tout au long de l'évaluation diffèrent quant à leurs principes, mais il se peut qu'elles donnent les mêmes résultats, surtout si la base de données est large.

Les incertitudes dues aux hypothèses servant à établir les modèles sont généralement traitées à l'aide d'études de sensibilité qui mettent en évidence la variation des résultats en fonction du modèle. Ceux des modèles qui donnent les résultats les plus divergents doivent être revus ou réétudiés.

L'erreur humaine intervient surtout au niveau de l'exploitation, de la commande, de l'entretien et de la vérification du matériel, dans presque toutes les branches de l'industrie. Dans l'industrie aéronautique et l'industrie chimique, on estime que l'intervention de l'homme est à l'origine de 90% des accidents. Dans les EPS, cette intervention est la source d'incertitudes, car l'appréciation de la justesse d'une action varie selon les personnes, de même que la performance; en outre, les actions sont indépendantes et les erreurs peuvent être commises aussi bien activement que par omission.



Les animateurs du séminaire de Blackpool: (de gauche à droite) F. Allen (Royaume-Uni), M.C. Cullingford (AIEA), J.H. Gittus (Royaume-Uni), L.V. Konstantinov (AIEA, Directeur général adjoint chargé du Département de l'énergie et de la sûreté nucléaires), M. Hayns (Royaume-Uni), J.A. Peat (Royaume-Uni) et H. Bakhoun (AIEA).

Perspectives et conclusions

Il est probable que l'on continuera dans l'avenir à recourir aux EPS partielles pour décider en matière de sûreté. Cela dit, il faudra tenir davantage compte du dossier d'exploitation d'une centrale dans l'EPS la concernant si l'on veut améliorer les modèles qui en sont tirés. Il faudra aussi chercher davantage à perfectionner les modèles de la performance humaine, laquelle peut profiter aussi des résultats de l'EPS s'ils sont à la disposition des équipes spécialisées pour aider l'exploitant à faire face aux incidents éventuels.

L'EPS est déjà parvenue au stade où il devient possible de normaliser certaines approches analytiques.

La réduction des incertitudes du calcul du risque facilitera l'incorporation de l'EPS aux critères de sûreté et aux procédures d'autorisation d'exploiter. La pratique de l'EPS au cours des dix dernières années montre claire-

ment la nécessité de recourir à ce genre de méthode pour compléter les critères déterministes de sûreté.

L'EPS permet de connaître des aspects critiques de la sûreté qui ne peuvent être décelés par aucune autre méthode; c'est là son grand intérêt; en effet, ce qu'il conviendrait d'améliorer dans une centrale, ce sont les éléments qui peuvent jouer un rôle important dans un accident grave et présentent une forte probabilité de défaillance. Les évaluations de la sûreté qui ne comportent pas d'analyse probabiliste risquent d'appeler l'attention sur des éléments de la centrale qui ne présentent qu'une seule, ou même aucune de ces deux caractéristiques.

L'évaluation des événements anormaux est un important domaine où l'EPS peut s'avérer utile. L'AIEA rendrait service à ses Etats Membres en leur fournissant l'information et les ressources nécessaires pour mettre en œuvre cette méthode afin de mieux résoudre les problèmes de sûreté.