

INSTITUT DE PROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (IPSN)  
B.P.6  
F-92265 FONTENAY-AUX-ROSES  
CEDEX

GESELLSCHAFT FÜR ANLAGEN-  
UND REAKTORSICHERHEIT (GRS) mbH,  
SCHWERTNERGASSE 1  
D-50667 KÖLN

POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS :  
[www.eurosafe-forum.org](http://www.eurosafe-forum.org)

E U R O S A F E

GRS



★ EURO RSCG PUBLISHING

LA TRIBUNE EUROS SAFE

#001  
DÉCEMBRE 2001

# GESTION DES RISQUES NUCLÉAIRES

Revue des principaux  
thèmes abordés lors  
du troisième Forum  
Eurosafe à Paris,  
en novembre 2001.

## SOMMAIRE

### TABLES RONDES ..... p. 4

#### Gestion des risques nucléaires

**Nouveaux risques :**  
que valent dans un contexte de guerre  
les approches de sûreté développées  
en temps de paix ? ..... p.5

**Information :**  
que dire à qui ? ..... p.6

**Connaissance contre certitude :**  
quelle place pour le doute scientifique? ... p.8

**Gestion des risques :**  
contingences techniques  
ou contingences sociales ? ..... p.10

**Compétence et expérience :**  
qui maintiendra le niveau ? ..... p.11

**Implication des parties prenantes :**  
objectifs et conditions ..... p.12

**Précaution contre décision :**  
à la recherche du bon équilibre ..... p.13

### ATELIERS ..... p. 15

**Evaluation de la sûreté  
des installations nucléaires :**  
renforcer l'efficacité de la gestion  
de la sûreté ..... p.15

**Recherches sur la sûreté  
des installations nucléaires :**  
se rapprocher de la réalité ..... p.17

**Gestion des déchets :**  
rendre le long terme acceptable ..... p.21

**Environnement et radioprotection :**  
impliquer les parties prenantes  
dans les décisions ..... p.25

**Sécurité des matières nucléaires :**  
répondre aux menaces ..... p.28

► Tous les articles cités en référence dans le compte-  
rendu des séminaires sont disponibles sur le site :  
[www.eurosafe-forum.org](http://www.eurosafe-forum.org)



Adolf BIRKHOFER et Michel LIVOLANT

Nous sommes heureux de vous présenter ce premier numéro de la Tribune Eurosafe, une nouvelle publication complétant les contributions livrées par différents experts lors du Forum Eurosafe, qui s'est tenu à Paris les 5 et 6 novembre 2001.

Publié en anglais, ce périodique est également disponible en français et en allemand sur le site Web d'Eurosafe. Visant à assurer la continuité entre les colloques Eurosafe, la Tribune Eurosafe s'adresse au lectorat que constituent les différentes parties engagées dans le débat sur la sûreté nucléaire et la radioprotection : scientifiques, chercheurs, ingénieurs, exploitants, gestionnaires, autorités réglementaires, organisations non gouvernementales, leaders d'opinion et responsables politiques. Parution après parution, notre ambition est de soutenir la tendance vers une coopération plus étroite entre les diverses institutions européennes de sûreté nucléaire, et vers une compréhension mutuelle plus profonde entre les parties prenantes citées ci-dessus. Nous sommes convaincus qu'une information précise et un dialogue ouvert contribuent largement à l'amélioration de la sûreté nucléaire, car ce qui se joue ici est loin d'être uniquement l'affaire des experts.

Nous sommes heureux de constater que les programmes de recherche menés à travers le continent européen dans un cadre bilatéral ou multilatéral ont permis l'émergence grandissante d'approches et de pratiques convergentes en matière de sûreté. Il s'agit d'une tendance encourageante dans un contexte de déréglementation du secteur de l'énergie, qui comprime les budgets alors que les revendications du public pour une sécurité toujours plus grande s'intensifient. La sûreté nucléaire nous concerne tous. En tant que lecteur, vous pouvez vous aussi y contribuer, en commentant le contenu de la Tribune Eurosafe et en suggérant les thèmes que vous aimeriez y voir aborder.

Dernier point important : nous vous donnons rendez-vous pour le prochain Forum Eurosafe qui devrait se tenir à Berlin à l'automne 2002. ●

# TABLES RONDES → GESTION DES RISQUES NUCLÉAIRES

## Orateurs à la première table ronde

Leonid A. Bolshov, Institut de sûreté nucléaire IBRAE (Moscou, Russie)

Leif Johansson, Ringhals AB (Väröbacka, Suède)

Klaus Köberlein, GRS, Département d'études probabilistes (Munich, Allemagne)

Jean-Paul Samain, AFCN, Agence fédérale de contrôle nucléaire (Bruxelles, Belgique)

Raymond Sené, GSIEN, Groupement de scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire (France)

## Orateurs à la seconde table ronde

Roger Coates, BNFL, British Nuclear Fuels plc (Risley, Royaume-Uni)

Dana Drabova, SUJB, Agence nationale pour la sûreté nucléaire (République Tchèque)

Jean-François Lacronique, OPRI, Office de protection contre les rayonnements ionisants (Le Vésinet, France)

André Oudiz, IPSN (Fontenay-aux-Roses, France)

Myclé Schneider, WISE, ONG fournissant des informations sur l'énergie (Paris, France)

Vincente Serradell, Université de Valence (Espagne)

Tenues le premier jour du Forum Eurosafe et animées par un journaliste, deux tables rondes rassemblant des orateurs issus de différents pays et de différentes sphères – organismes de sûreté, universités et centres de recherche : exploitants nucléaires, ONG, etc. – ont donné à leurs participants l'opportunité de débattre de deux thèmes majeurs : la gestion des risques d'accident et la gestion des risques radiologiques touchant la santé humaine et l'environnement. Les tables rondes ont également permis à toutes les personnes présentes dans l'assistance d'effectuer, dans un cadre général, une analyse comparative de leurs situations propres. Les principaux thèmes abordés lors de la première table ronde (consacrée à la prévention des accidents) ont été l'examen des aspects sociaux et techniques, le processus de prise de décision, les nouveaux défis à relever, la confiance et l'opinion publique. La seconde table ronde (dédiée à la radioprotection) a abordé des questions comme : quels travaux de recherche sont nécessaires pour une meilleure compréhension des effets des rayonnements ? Qu'en est-il du principe de précaution ? Est-il pertinent de les comparer aux autres risques industriels ? Et quel lien établir entre les parties prenantes, les autres groupes ou les autorités susceptibles d'être impliqués dans le processus de prise de décision en matière nucléaire ? A travers les débats, la Tribune Eurosafe a retenu des points de vue exprimés sur sept notions qui donnent une bonne idée des questions actuelles et illustrent la tendance vers des approches et des pratiques convergentes en matière de sûreté. Nous aimerions partager avec le lecteur quelques réflexions et commentaires sur ces notions.

## NOUVEAUX RISQUES

que valent dans un contexte de guerre les approches de sûreté développées en temps de paix ?

■ Les attaques du 11 septembre contre des symboles américains, tels que le World Trade Center à New York et le Pentagone à Washington, ont révélé de nouveaux sujets d'inquiétude : comment empêcher un gros porteur rempli de kérosène d'atteindre une centrale nucléaire ? Les installations nucléaires peuvent-elles résister à de telles frappes ? Quels pourraient être les dommages pour les travailleurs, le public et l'environnement ? Les avis exprimés par les orateurs ont montré que les risques résultant de circonstances malheureuses en temps de paix diffèrent totalement des attaques suicides menées dans un esprit de guerre. Les uns ont été largement modélisés, et utilisés comme base de conception des centrales, ce qui n'est pas le cas des autres. Les premiers impliquent surtout la responsabilité des exploitants, alors que les seconds mettent principalement en jeu la responsabilité des états.

Raymond Sené a dépeint le nouveau contexte et ses enjeux : « Nous ne devons pas confondre la probabilité d'un avion sans pilote avec celle d'un avion piloté par un terroriste. Dans le premier cas, l'estimation est de 10-7 pour que l'avion atteigne sa cible, alors que dans le second cas, l'estimation est de 10-7 pour que l'avion manque sa cible. Dans le passé, nous avions l'habitude de supposer qu'un terroriste essaierait d'intervenir ou d'attaquer une installation tout en essayant quand même de sauver sa propre vie. Ce n'est plus le cas. Nous nous retrouvons subitement face à une forte motivation, issue d'une situation où la paix ne prévaut plus, et c'est la raison pour laquelle, si nous ne modifions pas notre comportement et notre façon de penser et si nous continuons à nous satisfaire de nos mesures de protection, quelque chose pourrait bien arriver



en fin de compte. » D'après les orateurs, le risque zéro n'existe pas, et la vraie question est de déterminer le niveau de risque acceptable pour permettre le développement des activités humaines : « Nous remettons en cause l'essence même de la civilisation, a déclaré Jean-Paul Samain, et les mesures à prendre contre le terrorisme entraîneront des restrictions et limiteront les libertés individuelles. C'est le défi majeur que nous devons tous relever. Et nous ne pouvons pas nous retrancher derrière les politiques. Nous devons assumer notre part du fardeau. Une autre question est sous-jacente à mon avis : avec quel degré de risque pouvons-nous vivre ? » Pour compléter ce constat, Klaus Köberlein a expliqué pourquoi les nouvelles formes de terrorisme, contrairement à la malveillance « classique », ne peuvent pas être abordées par l'utilisation des →

→ méthodes probabilistes : «L'impact potentiel d'un sabotage ou d'une personne tentant de détruire des centrales nucléaires a été considéré, et des mesures de prévention ont été prises. Bien sûr, elles n'ont pas été publiées parce que la diffusion de telles informations ne serait pas une bonne chose. Les attaques suicides sont nouvelles. Nous n'avons jamais pris en compte le fait qu'une personne serait prête à offrir sa vie pour faire du mal à d'autres personnes. Il s'agit d'une situation nouvelle. Pour résumer, la probabilité d'un accident criminel n'a en soi aucun sens. Si vous voulez quantifier le risque, vous devez le comparer à des risques similaires. Ainsi, pour calculer le risque d'une catastrophe nucléaire provoquée par une attaque terroriste, vous devez la comparer à d'autres formes d'attaque terroriste.» En conclusion, Leonid Bolshov a attiré l'attention sur l'impact psycholo-

gique associé aux installations nucléaires désignées comme cibles potentielles, encore que d'autres orateurs aient souligné que de nombreux sites sont plus vulnérables que les centrales : «La protection physique, la préparation spécifique contre une attaque terroriste, constituent un sujet majeur pour l'industrie nucléaire, et des travaux ont déjà été accomplis. Il est cependant difficile de trouver des détails de ces travaux dans les médias ou la littérature professionnelle, pour des raisons tout-à-fait évidentes : ne pas révéler aux terroristes des indices du type où aller et comment procéder. Lorsque des terroristes tentent une action, leur objectif est de provoquer l'impact maximal sur l'opinion publique. Pour cette raison, toute installation nucléaire constitue une cible rêvée puisque dans l'esprit du public, le nucléaire est quelque chose de très dangereux.» ■



## INFORMATION

### que dire à qui ?

■ Si la question peut être posée en ces termes simples, la réponse est bien plus complexe. Manifestement, diffuser des informations et communiquer sur les problèmes nucléaires constituent un réel défi pour les professionnels concernés. Divers aspects sont en jeu, comme le fossé entre la perception du risque et sa réalité, la composition hétérogène de l'ensemble que nous avons coutume de désigner comme «le public», l'exactitude scientifique des données et leur crédibilité... Dans un contexte politique et social en mutation, les questions simples n'appellent pas de réponses simples.

Pour Raymond Sené, la vérité constitue le principe de base de la crédibilité, la condition à la base de toute confiance : «La confiance est quelque chose qui disparaît rapidement et qu'il est très difficile de reconstruire. Si vous essayez

de retarder la diffusion d'informations, les médias deviennent alors intéressés et pensent que quelque chose leur a été caché. Mais vous ne voulez pas mentir aux gens. Diverses sources d'information existent, et chaque fois qu'un incident se produit en

France, nous recevons des douzaines de fax et d'appels téléphoniques. Les gens peuvent donc puiser leurs informations à d'autres sources, et s'ils se rendent compte que vous les avez traités comme des enfants, ils pensent que quelque chose de mystérieux est en train de se passer. Je pense que la situation s'est améliorée en France.» Considérant les attaques terroristes du 11 septembre, Jean-Paul Samain a souligné que si le maximum doit être fait dans le domaine de la protection physique des installations nucléaires, très peu doit en être révélé afin de préserver l'efficacité des mesures préventives. «La réaction du public est de dire qu'il n'est pas suffisamment informé, et je pense que cela illustre bien les problèmes de communication auxquels nous sommes tous confrontés. Je ne crois pas que nous devons tout dire, même si tout doit être entrepris. Nous ne devons pas révéler les différentes précautions et mesures de sécurité adoptées, et cette réserve est le grand défi des autorités de sûreté. Nous devons prendre des mesures et empêcher les intrusions, mais je ne veux pas expliquer ce que nous allons faire, car cela signifierait affaiblir notre système de protection.» Il pense néanmoins qu'une communication ouverte, sincère et rapide permet une relation paisible avec la société : «Nous avons besoin d'une attitude offensive et anticipatoire, et si nous voulons gagner la confiance et l'écoute du public, nous devons être les premiers à parler d'un problème. En Belgique, les exploitants ont l'obligation de faire paraître des communiqués de presse. S'ils y dérogent, nous [AFCN] le ferons pour eux. Quelques exceptions liées au terrorisme mises à part, nous remarquons que l'attention des médias pour les accidents survenant dans les centrales nucléaires est inversement proportionnelle

à l'état et à la qualité de l'information.» Revenant sur les mêmes événements, Leonid Bolshov a souligné le problème du contrôle de l'information et de son utilisation en tant qu'arme : «Le problème du terrorisme est la diffusion d'informations erronées. Imaginez seulement un instant que dans le New York Times, le Washington Post, le Figaro ou n'importe quel autre journal, des informations sont publiées indiquant qu'une bombe a été explosée, que dix mille personnes sont déjà mortes et qu'une centaine de milliers d'autres vont mourir dans la demi-heure suivante. L'impact d'une telle information sur les êtres humains serait réellement considérable. Nous devons donc être très prudents et responsables en ce qui concerne toutes les déclarations que nous faisons.» S'appuyant sur la longue tradition suédoise de dialogue entre les personnes impliquées dans l'industrie nucléaire et le public, Leif Johansson a porté l'attention sur les bénéfices tirés d'une politique de communication ouverte : «Nous avons beaucoup appris dans les 25 années qui se sont écoulées depuis que les débats ont commencé en Suède, et je pense que nous avons initié le dialogue en essayant de convaincre les gens que nous étions sur la bonne voie. Je crois que le public a commencé à nous écouter, et nous avons également appris que nous devons communiquer et construire une confiance basée sur l'ouverture d'esprit, l'intégrité et la réactivité. Les chiffres en faveur du nucléaire en Suède le prouvent - ils atteignent environ 80% de la population, malgré le fait que nous avons fermé une centrale. Ces chiffres ont bien sûr évolué depuis les accidents [les attaques terroristes du 11 septembre]. Mais dans des circonstances normales, ils s'avè-



■ Une condition de gestion efficace des risques est l'acquisition de la meilleure connaissance possible et du retour d'expérience se rapportant à ces risques.

Certains types de risques – les accidents de circulation par exemple – fournissent malheureusement une connaissance basée sur un retour d'expérience quotidien. Dans les autres domaines, comme dans le nucléaire, les accidents sont heureusement bien moins fréquents, et les risques par conséquent pas aussi bien cernés. Cette incertitude révèle les approches probabilistes et la simulation comme des outils précieux pour trouver les moyens de prévenir les risques nucléaires et de limiter leurs conséquences. Puisque la sécurité passe par des investissements considérables, il est important d'être en mesure de savoir où placer cet argent. De tels outils aident également à identifier les domaines où les connaissances doivent être améliorées et, par suite, à trouver la répartition judicieuse de l'allocation des budgets de recherche.» ■

Klaus KÖBERLEIN  
Responsable du département d'études probabilistes, Direction des expériences en exploitation - GRS.

rent très stables, grâce, je crois, à une communication de qualité et ouverte.» Pour Klaus Köberlein, spécialiste des questions probabilistes, une communication ouverte et franche en direction de non-spécialistes constitue une tâche difficile, car non seulement la sécurité absolue exigée par la société n'existe pas, mais seul un certain degré de sûreté peut être atteint : «Mon expérience m'a montré qu'il n'est pas facile d'expliquer à la plupart des gens ce qu'une probabilité signifie. Ceux-ci me disent qu'ils veulent de la sécurité et non de la probabilité, et si je leur dis que la sécurité absolue n'existe pas, qu'il s'agit toujours d'une question de probabilité, la plupart

ne veulent pas l'accepter. Bien sûr, vous pouvez vous poser la question de savoir si la probabilité est suffisamment basse ou, pour certains dommages, si elle est acceptable. Mais dans le premier cas, les gens doivent accepter le fait que la sécurité absolue est une utopie. Vous ne pouvez évaluer la sûreté qu'en appliquant une probabilité. En fait, c'est ce que font les gens dans leur vie de tous les jours lorsqu'ils prennent des décisions. Mais de nombreuses personnes n'en sont pas conscientes, et ne veulent pas s'entendre dire qu'il existe une probabilité pour que les choses tournent mal. Ils veulent être rassurés par une sécurité totale.» ■



## CONNAISSANCE CONTRE CERTITUDE

### quelle place pour le doute scientifique ?

■ En rappelant la fameuse formule de Bertrand Russell – «Ce que l'homme désire n'est pas la connaissance mais la certitude» – en conclusion de son discours d'introduction à la première table ronde, le professeur Ortwin Renn de l'Université de Stuttgart a posé le problème de l'acceptabilité du doute scientifique. Le public exige des certitudes alors que les professionnels ne peuvent répondre qu'en termes de probabilité, d'aléa, de degré de conviction, de quantification de l'incertitude, de prévention des événements et d'atténuation de leurs effets... Les indicateurs de performance en matière de sécurité montrent-ils les progrès obtenus ou la longue route qu'il reste à parcourir ? Quelques experts nous livrent ci-dessous leur opinion.

**A**u cours de l'une des séances de questions-réponses qui ont suivi les tables rondes, une chercheuse du CNRS, le Centre National de la Recherche Scientifique en France, présente dans l'assistance, a exprimé le fait que la connaissance et la certitude devraient être placées

dans la perspective du progrès scientifique : «Nous sommes en train de vivre une fantastique révolution culturelle avec les avancées sur le génome, a-t-elle rappelé. Le fait que la cartographie du génome humain a si bien progressé au cours des dernières années signifie qu'à la lumière

de la génomique et d'autres sciences nouvelles, nous pouvons porter un regard nouveau sur certains impacts des rayonnements sur les caractères génétiques. Toutes les données qui étaient basées sur Hiroshima et Nagasaki devraient être réexaminées et révisées pour que nous puissions comprendre ce qui attend les générations futures. A côté de l'impact sur les gènes, ce qui doit être compris est non seulement les effets des rayonnements mais aussi la réponse à tous les types de contrainte comme les oxydants, ou les modifications de pH et de température. En ce qui concerne les interactions avec les substances chimiques, des affinités peuvent exister, et donc des effets d'intensification. Ceux-ci répondent à d'autres formes de contrainte, et doivent encore être étudiés. L'épidémiologie constitue également un important domaine de recherche, et nous savons que nos populations côtoient le risque, car certains gènes sont plus vulnérables aux rayonnements. Je pense que ces problèmes devraient être pris en compte et faire l'objet d'études supplémentaires.»

En tant que médecin en charge de la radioprotection, Jean-François Lacroix possède une expérience particulière quant aux limites acceptables du doute scientifique dans la relation quotidienne avec le public : «Si vous posez une question très simple, comme : quel est l'impact d'une dose d'irradiation donnée sur les escargots ou le poisson ? La réponse est bien sûr telle qu'elle fait naître des doutes. Nous ne savons pas ce qui va se produire, nous ne savons pas quand cela va avoir lieu, après combien de temps, ni la nature de la lésion produite. Et de cette façon, les gens diront que les scientifiques ne connaissent pas grand chose à l'impact des rayonnements sur

■ Chaque pays disposant de ses propres règles de sûreté nucléaire, une revue du travail réalisé dans un pays par des collègues d'autres pays est très importante pour comparer les pratiques, obtenir des avis sur ses propres recherches et garantir que la base de décision est identique. Une analyse de sûreté nucléaire (au sens large) a été récemment menée dans les pays candidats à l'Union européenne. Le travail réalisé conjointement avec des collègues venant de pays d'Europe centrale et d'Europe de l'Est contribue également à la sécurité en Europe occidentale, et oblige chaque partie à réfléchir à sa propre approche. En d'autres termes, lorsque vous jugez autrui, vous vous jugez vous-mêmes. C'est le miroir dont vous avez besoin. ■

Hans FORSSTRÖM  
Responsable de l'Unité de recherche sur l'énergie /  
Direction générale de la recherche sur la fission nucléaire et la radioprotection  
- Commission européenne.

l'être humain. La différence est énorme entre l'expression de l'honnêteté scientifique – et nous admettons que nous ne pouvons pas tout savoir – et son interprétation par le public en général. Le public considère qu'on ne lui donne pas de réponses claires, par oui ou par non, même si un médecin doit quelquefois dire oui ou non. Dois-je prendre de l'iode ? Un médecin qui n'établit pas un diagnostic sur-le-champ parce qu'il a besoin d'examen complémentaires sera honnête. Mais si un médecin doute constamment et exprime sans arrêt ces doutes au patient, il ne sera alors pas non plus un bon médecin. Il est parfois difficile de fournir des réponses claires, mais nous devons aider nos patients.» Klaus Köberlein a résumé les enjeux du point de vue d'un expert en probabilités : «Un important aspect de la gestion des risques consiste à comprendre les dangers auxquels vous êtes confrontés. Un outil approprié est d'effectuer une analyse de ces risques et d'évaluer ceux qui demeurent malgré les mesures de sécurité adoptées. Nous n'obtiendrons jamais la certitude absolue, nous devons toujours faire face à une incertitude dans l'évaluation des risques, mais des outils permettent aussi de quantifier jusqu'à cette incertitude restante. Le fait est qu'il est moins important d'obtenir un chiffre exact à partir de ce type d'analyse de risques que de pouvoir dresser un aperçu des principaux effets sur la santé et sur l'environnement.» ■

## GESTION DES RISQUES

■ Au moment où la déréglementation applique une pression sur les coûts alors que la recherche publique se voit déjà allouer des budgets serrés, la hiérarchisation des priorités de recherche devient un problème crucial. Les objectifs à court terme doivent-ils prévaloir sur les objectifs à long terme ? Les programmes de recherche doivent-ils être sélectionnés sur la base des priorités perçues par les scientifiques et la communauté nucléaire, ou comme le résultat de l'expression des inquiétudes du public ? Des avis totalement différents ont été exprimés...

## contingences techniques ou contingences sociales ?

«**Q**uelles exigences doit respecter la recherche pour soutenir le processus de prise de décision et un mode de fonctionnement normal ? a demandé André Oudiz. Pour répondre à cette question, nous devons d'abord comprendre ce que les exigences sociales représentent, ce que les gens veulent savoir à propos de ces types de risques. Aujourd'hui, nous voyons que le niveau de sensibilité est assez élevé, et qu'une conscience forte existe. En ce qui concerne le risque environnemental, les gens se concentrent de plus en plus sur la santé. En France, nous allons créer des organismes chargés de la santé environnementale. Aujourd'hui, la population est très concernée par des problèmes comme la vache folle et la présence de dioxines dans d'autres aliments. Vous pouvez vous rendre compte que les gens s'y intéressent. Une sorte de tension sociale entoure tous ces problèmes, particulièrement dans le domaine de la radiologie, et ces inquiétudes exigent des réponses au niveau de la recherche.» Ainsi, la pression sociale dirige-t-elle la recherche ? Pas certain, a répondu Raymond Sené : «Un travail considérable a été entrepris sur la sûreté. Cependant, est-ce par égard pour la population ou pour l'outil industriel ? Jusqu'à un certain point, les exploitants veulent produire de l'électricité. Chaque fois qu'un accident survient dans une mine de char-

bon, le problème est réglé en quelques jours et l'exploitation reprend. A la centrale TMI, aucune conséquence n'était à craindre, mais la centrale a été arrêtée. La décontamination et le démantèlement reviennent très chers, c'est pourquoi la sûreté est cruciale pour protéger les outils industriels. Un de ses apports positifs se rapporte à la protection de la population, mais je pense qu'il s'agit uniquement d'un impact positif qui n'occupe pas la première place dans les intérêts des exploitants.» Mycle Schneider a suggéré que des comparaisons avec d'autres secteurs industriels comme l'industrie chimique faciliteraient la prise des décisions à long terme : «Pour la théorie de la gestion des risques, il est intéressant de regarder comment nos collègues chimistes considèrent les problèmes à long terme. On y découvre un manque de stratégie et de calculs à long terme. Les approches y sont plus pragmatiques et permettent de gérer le risque dans des conditions minimales. Nous devons regarder comment d'autres secteurs gèrent les peurs cancérigènes et génotoxiques, car nous pouvons en tirer des leçons.» ■

## COMPÉTENCE ET EXPÉRIENCE

## qui maintiendra le niveau ?

■ Qu'en sera-t-il demain ? La connaissance et l'expérience acquises par la communauté nucléaire – chercheurs, ingénieurs, exploitants, etc. – sont considérables, et le problème du maintien et de l'enrichissement de ce précieux capital se présente alors que de plus en plus de professionnels prennent leur retraite. Dans la plupart des pays européens, faire une carrière dans le nucléaire ne semble plus être aussi attractif que par le passé. Même si nous ne nous trouvons pas au bord du gouffre, le problème de savoir ce qui peut être fait pour convaincre de brillants étudiants de rejoindre la communauté nucléaire doit être traité avec la plus grande attention.

Vincente Serradell pense que le faible attrait pour la recherche nucléaire est due en Espagne à la conviction du public dans le manque d'avenir de l'énergie nucléaire : «Probablement à cause de la mauvaise perception de l'énergie nucléaire ; les dernières années ont vu le déclin de l'inscription des étudiants. Ceci est très préoccupant parce que cela affecte la possibilité d'un renouveau de l'énergie nucléaire dans le futur. Même les programmes de recherche ne peuvent plus être bouclés à cause du manque de chercheurs qui y travaillent. Cela menace la capacité à attirer de nouveaux thésards pour soutenir nos programmes.» Dans ce contexte, Dana Drabova a déclaré que le besoin de proposer des sujets de recherche motivants devrait être souligné : «Les exigences de compétences transversales à tout le secteur nucléaire deviendront un problème dans les dix prochaines années, dit-elle. Particulièrement en radioprotection, un changement de génération a lieu, et l'un des points les plus importants est de conserver une mémoire d'entreprise dans ce domaine. De nos jours, vous pouvez rencontrer des gens qui sont parfaitement au fait du sujet, mais qui n'en connaissent pas les fondements, ce qui représente un très grave problème. Si nous ne sommes pas capables de trouver des sujets de

recherche intéressants pour les impliquer lorsqu'ils sortent de l'université, le problème va s'accroître.» Pour Leif Johansson, la qualité de la délégation, de la communication et des relations personnelles joue un rôle essentiel : «Nous souffrons actuellement du départ de personnes, avec de jeunes gens disant : «Vous êtes trop lourdement contrôlés, nous n'avons rien à trouver dans cette activité». Nous devons améliorer la délégation et augmenter ou améliorer la communication ascendante et descendante, en comprenant mais aussi en écoutant. Nous devrions encourager une culture de l'écoute et non du reproche, de sorte à ne pas décourager la remontée d'information. Je pense que nous pouvons améliorer la confiance : la confiance est au cœur de toutes les interactions humaines.» Pour sa part, Jean-François Lacronique a conclu par une plus grande confiance en l'avenir : «Nous manquons d'équipes d'étudiants et de chercheurs pour maintenir et soutenir les programmes dans le domaine de la radioprotection. Ce domaine est passionnant : l'interaction entre les rayonnements et les organismes vivants possède une très grande utilité. Cela nous aide également à comprendre comment les cancers peuvent se développer et affecter l'ADN, et j'espère qu'à l'avenir nous serons capables de faire susciter ou d'assister à un certain regain d'intérêt.» ■

■ Dans plusieurs pays européens, l'implication des différentes catégories de population concernées par des questions comme la construction et le fonctionnement de centrales nucléaires, la gestion des déchets radioactifs, les conséquences d'un accident sur l'homme et l'environnement, etc., est en train de devenir une tendance générale. Certains pays – en particulier le Royaume-Uni – possèdent une longue et précieuse expérience dans la concertation et l'implication des parties prenantes, alors que d'autres n'en sont qu'aux prémices. Quelles sont les conditions préalables à une concertation fructueuse ? Quels sont les facteurs clés du succès et... quels bénéfices peuvent être tirés d'un tel processus ? Le retour d'information des concertations menées au Royaume-Uni fournit des réponses intéressantes.

## IMPLICATION DES PARTIES PRENANTES

objectifs et conditions

« L'évolution de la mentalité des personnes face à l'énergie nucléaire doit se faire en dehors de l'industrie nucléaire, a déclaré Vincente Serradell. Sinon, les gens pensent qu'un intérêt particulier est défendu, et non l'intérêt de tous. Les exploitants – de même que les politiques et les leaders d'opinion – doivent le dire en dehors de l'industrie nucléaire. » Cette opinion était partagée par Mycle Schneider, qui a décrit les conditions d'un véritable dialogue : « Les populations vivant à proximité d'une installation nucléaire méritent une considération attentive, particulièrement dans les pays comme la France. Contrairement aux pays anglo-saxons, la France ne possède pas de tradition dans ce type de dialogue social, et je pense que nous avons besoin de créer différents niveaux de dialogue avec la population et les différentes parties prenantes. En fait, nous voulons que ces dialogues soient sincères et que des opinions contradictoires puissent s'y exprimer. Ces sessions ne devraient pas être intégrées aux processus de prise de décision, mais nous aimerions participer à ces processus, dans lesquels nous pouvons réellement jouer un rôle. »

Questionné à propos du processus de concertation initié par British Nuclear Fuel il y a trois ou quatre ans, lorsque la

société réfléchissait à la manière d'obtenir l'apport le plus large possible pour sa politique environnementale et la direction à prendre dans ce domaine, Roger Coates s'est d'abord arrêté sur la diversité des parties prenantes : « Nous avons étudié la manière d'aller de l'avant avec une organisation connue au Royaume-Uni sous le nom de conseil de l'environnement, une fondation bénévole spécialisée dans la facilitation de ce que peuvent être des dialogues de groupe stimulants dans le domaine de l'environnement. L'État, nos syndicats, le personnel et les communautés locales étaient bien représentés. Les autorités réglementaires, le gouvernement, les clients et les groupes de pression, y compris des groupes de pression des Verts et ceux luttant pour le désarmement, à la fois au niveau local et international, étaient présents. » Il a ensuite rappelé l'atmosphère tendue de la première réunion : « Lorsque nous avons entamé le dialogue pour la première fois, beaucoup de gens nerveux étaient réunis dans une même salle, dans l'expectative. Environ 100 personnes, qui au cours des 20 dernières années avaient dans une large mesure agi d'une manière antagoniste, et qui allaient commencer à trouver ensemble une solution. » Cinq problèmes majeurs

étaient au programme de cette première réunion : les rejets, les déchets solides, les aspects de gestion liés au retraitement, au plutonium et... à la confiance. Il était convenu que quatre de ces problèmes centraux pouvaient être abordés en petits groupes de travail : « Au départ, j'avais dit qu'il y avait cinq problèmes à aborder pour les groupes de travail, le cinquième étant la confiance. Vous ne pouvez pas former un groupe de travail sur la confiance. Le partage des connaissances aide à la construire. » Les leçons clés qui sont ressorties du processus de dialogue étaient en premier lieu que les personnes impliquées doivent avoir le sentiment d'être en prise avec un problème réel, et en second lieu que travailler ensemble sur une certaine période de temps aide à établir la confiance. Etape après étape, le processus de consultation a modifié l'avis de l'exploitant sur des problèmes comme la gestion des déchets : « Aujourd'hui, a conclu Roger Coates, nous possédons une compréhension plus claire et une quantité surprenante d'opinions communes sur la façon dont nous pensons qu'il faut gérer les déchets solides. Il est important de s'assurer que nous agissons rapidement pour conditionner et entreposer les déchets solides dans de bonnes conditions. Le fait que cela implique ou non un stockage final souterrain constitue un problème réellement secondaire. Auparavant, notre entreprise se focalisait plus sur le conditionnement final des déchets pour leur stockage. » ■

## PRÉCAUTION CONTRE DÉCISION

à la recherche du bon équilibre

■ Citant un membre du Parlement français, le Directeur de la GRS, Adolf Birkhofer, a conclu les tables rondes par ces mots : « Le principe de précaution ne doit pas conduire à la paralysie des décisions ». Tout au long de l'après-midi, le terme « précaution » a évidemment été interprété de différentes manières en fonction de l'intervenant : ces interprétations allaient d'un moratoire sur l'exploitation jusqu'à ce que toute incertitude soit levée, jusqu'au besoin du maintien des activités tout en menant des recherches visant à une meilleure compréhension de la nature des risques afin de prévenir les accidents et d'atténuer leurs conséquences. Les interventions ci-dessous donnent une idée de la divergence des opinions.



« Le débat central est véritablement de savoir comment une société prend des décisions à des niveaux de risque très bas, a estimé Roger Coates. Des incertitudes existent, mais leur résolution sera-t-elle suffisante pour faire une réelle différence ? Il y aura toujours du travail pour la communauté des chercheurs, et nous pouvons dépenser de l'argent et des ressources à l'amélioration de l'analyse des risques tels que ceux liés aux rayonnements. Mais selon toute vraisemblance, nous en savons plus sur ces risques que sur ceux liés à la plupart des polluants. Le débat sur le principe linéaire sans seuil va continuer, et dans une certaine mesure cela doit rester une priorité. Mais je ne pense pas que cela doive nous détourner →

// L'une des responsabilités de l'AIEA étant le développement de normes de sûreté, la participation à des réunions comme Eurosafe constitue une bonne opportunité pour présenter notre travail et pour obtenir un retour de la part des différentes parties prenantes - centres de recherche, organismes de sûreté, autorités réglementaires, exploitants, opposants... Ce processus interactif s'avère bénéfique puisqu'il fournit à chaque participant un bon baromètre de notre position et contribue à la convergence des normes et des pratiques en matière de sûreté. En outre, le débat entre les professionnels, les spécialistes et la société dans son ensemble est nécessaire pour rendre accessible au public ces problèmes scientifiques et sociaux complexes, renforçant ainsi la crédibilité des autorités et des scientifiques. //

Philip METCALF  
Agence internationale  
de l'énergie atomique.

→ de notre engagement envers le véritable débat, qui est la façon dont la société répond et gère le large spectre des risques de niveau faible.»  
Exprimant un point de vue totalement différent, Mycle Schneider a déclaré : «En ce qui concerne le besoin de mener des travaux de recherche et le principe de précaution, nous disposons d'un exemple récent avec les décisions qui devaient être prises au sujet de La Hague. Personne n'aurait pu dire ce qui se serait passé si un gros porteur s'était écrasé sur le site. Même les meilleurs experts n'auraient pu le dire. Tout ce que nous savions était que les conséquences n'auraient pas été acceptables, et c'est cela qui importe. Il ne s'agit pas d'une question d'ordre de grandeur, mais du simple fait que les conséquences étaient inacceptables. A mon avis, si les conséquences ne sont pas acceptables, alors le principe de précaution prévaut. Nous devons faire le maximum pour protéger et améliorer la sûreté et la sécurité. Même si au cours des quelques prochaines années nous ne sommes pas capables de développer des scénarios précis sur les conséquences d'un accident sur le site de plutonium, ou sur les déchets ou les piscines de haute activité. Alors pourquoi ne pas fixer un mora-

toire pendant que des recherches sont menées, si elles doivent l'être ?» La recherche servirait-elle à gagner du temps ? Certainement pas, a souligné André Oudiz : «La recherche est un moyen de préciser notre réponse sur la base de connaissances et d'hypothèses. Si nous considérons l'état actuel de nos connaissances, nous prenons des mesures appropriées, mais comme nous ne savons pas exactement ce qui arrive avec de faibles doses, nous utilisons le principe d'absence de seuil. Nous ne pouvons pas stopper et arrêter toutes les centrales. Cela n'a rien à voir avec le principe de précaution.» Pour terminer, Dana Drabova a présenté un exemple de ce qu'elle considère comme l'application raisonnable du principe de précaution, fournissant un équilibre réaliste entre précaution et décision : «L'application de la théorie linéaire sans seuil constitue un très bon exemple des progrès du principe de précaution dans la pratique, a-t-elle remarqué, car vous émettez une hypothèse, puisque vous ne possédez pas de meilleures informations. Vous êtes donc très prudents, vous ne prenez pas beaucoup de risques lorsque vous appliquez la théorie linéaire sans seuil aux effets des rayonnements.» ■

LES RÉACTIONS AUX TABLES RONDES NE S'ARRÊTENT PAS LÀ

D'autres thèmes, comme les conséquences de la déréglementation dans le secteur de l'énergie (un fardeau ou une opportunité), le besoin de procédures appropriées pour éviter de compromettre de manière routinière la culture de sûreté, le pouvoir prédictif des modèles, l'importance d'un retour d'informations de la part des opérateurs dans les décisions de la direction, sont apparus comme récurrents à travers les débats des tables rondes, ainsi qu'en arrière-plan des conférences données lors des séminaires. Ces thèmes seront sans aucun doute abordés dans les prochains numéros de La Tribune Eurosafe.

Évaluation de la sûreté des installations nucléaires : renforcer l'efficacité de la gestion de la sûreté

■ En Europe, comme dans plusieurs pays autour du globe, la production et la distribution d'énergie électrique ont connu une double évolution dans la dernière décennie. Tout d'abord, la construction et la mise en service de centrales nucléaires se sont pratiquement arrêtées. Ensuite, la libéralisation et la déréglementation du secteur ont introduit une concurrence entre les exploitants sur les marchés domestiques et internationaux.

Face à cette situation, les distributeurs ont commencé à réfléchir au moyen d'améliorer la rentabilité de leurs installations existantes. Du point de vue de la sûreté, l'exploitation prolongée d'une centrale nucléaire nécessite le maintien des connaissances et des compétences, le retour d'expérience de l'exploitation, et la réévaluation d'aspects majeurs - comme le vieillissement des composants, l'évolution des règlements et des normes et les modifications techniques et organisationnelles de l'installation. Dans ce contexte, une collaboration plus étroite entre les institutions en charge de la sûreté dans différents pays européens où des installations nucléaires sont exploitées contribue au renforcement de l'efficacité de la gestion de la sûreté, à travers l'harmonisation des approches, des méthodes et des outils. Dans la plupart des pays possédant des centrales nucléaires, l'âge des installations varie énormément : certaines ont été mises en service il y a 40 ans, d'autres sont beaucoup plus récentes. Dans le même temps, les évolutions technologiques ont transformé l'instrumentation et la conduite des réacteurs : de nombreux systèmes sont passés d'une technologie analogique à une technologie numérique, les

Le groupe d'experts sur les recherches en sûreté de l'AEN, constitué en 1992, a identifié des axes de recherche à moyen et long terme :

- la gestion de la vie d'une centrale, y compris le vieillissement des composants, des systèmes et des structures (matériel), le vieillissement des outils analytiques et de la documentation (papier), l'application des normes modernes aux centrales plus anciennes, l'extension de la durée de vie et la mise en conformité ;
- l'optimisation des marges d'exploitation, y compris l'augmentation de la puissance nominale, l'augmentation du taux de combustion du combustible nucléaire, etc. ;
- les accidents graves, y compris le besoin de développement supplémentaire de procédures de gestion pratique des accidents, et de conception de solutions pour les futures centrales.

Lire Le rôle de la recherche dans un contexte réglementaire par G. Frescura (AEN).

écrans ont de plus en plus remplacé les tableaux synoptiques, l'interface homme-machine s'est peu à peu améliorée. Comme les installations les plus récentes ont bénéficié des dernières technologies, la mise en conformité des plus anciennes doit être étudiée, l'introduction de technologies de pointe dans ces dernières conduisant dans de nombreux cas à l'augmentation de la complexité du système. Alors que les compagnies d'électricité répondent à la déréglementation par une pression croissante sur les coûts, la recherche continue d'un haut niveau de sûreté fait appel à la capacité d'identifier avec une précision toujours plus grande ce qui contribue ou non à la sûreté, pour permettre une meilleure allocation des ressources. Le défi consiste à utiliser ce processus pour renforcer plutôt qu'affaiblir la culture de la sûreté<sup>(1)</sup>. Les contributions des experts citées ci-dessous apportent une vue d'ensemble de quelques-uns des programmes conduits dans un cadre bi- ou multilatéral.

➤ Une collaboration toujours plus étroite entre les organismes de sûreté de différents pays. Une analyse de sûreté efficace repose sur l'amélioration →

→ constante des méthodes et des outils et le maintien d'un niveau adéquat de recherche sur la sûreté. Comme l'explique G. Frescura (de l'Agence pour l'énergie nucléaire) dans son article intitulé Le rôle de la recherche dans un contexte réglementaire <sup>(2)</sup>, le financement public et privé de la recherche en sûreté a diminué dans de nombreux pays, principalement à cause de l'opinion que les recherches nécessaires à l'exploitation des centrales existantes et à la prévention et la gestion des accidents sont en grande partie achevées. Beaucoup de pays reconnaissent que la réduction des recherches en sûreté a pu aller trop loin, et ont adopté des mesures pour garantir la disponibilité d'une capacité de recherche essentielle. Pour sa part, l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE encourage la coopération internationale sur les axes de recherche identifiés par son groupe d'experts de haut niveau en recherche sur la sûreté. Les résultats de plusieurs programmes d'analyse de sûreté – menés de plus en plus fréquemment en collaboration par au moins deux pays – ont été présentés lors du Forum Eurosafe 2001. Prenons trois exemples :

■ l'analyse de sûreté, utilisant le dispositif d'irradiation Iris installé dans le réacteur français Siloé, d'un nouveau type de combustible (U3Si2) à charger dans le réacteur de recherche FRM II de l'Université technique de Munich ;

Sur ce sujet, lire *Evaluations de sûreté relatives à l'utilisation de nouveaux combustibles dans les réacteurs de recherche : application au cas du combustible du réacteur FRM II* par H. Abou Yehia, G. Bars et P. Tran Dai.

■ l'analyse de sûreté des systèmes numériques de contrôle-commande par une équipe germano-ukrainienne qui a abouti



**Mycle SCHNEIDER**

*Directeur général, WISE-Paris - Rédacteur en chef, Plutonium Investigation.*

"Inviter des personnes aux opinions diverses à participer au Forum Eurosafe était une bonne initiative. Mais malheureusement, le problème d'un véritable débat avec des partenaires appartenant à une communauté nucléaire étonnamment consensuelle reste non résolu : la volonté d'une controverse ouverte, d'un débat public, n'existe pas. Les problèmes épineux que sont les conséquences de Tchernobyl sur la santé et l'application du principe de précaution aux installations nucléaires – et en particulier au centre de retraitement de plutonium de La Hague – ont été abordés par des intervenants de manière provocante sans aucune réaction de la part de l'assistance. Seules quelques contributions et questions sont venues de l'auditoire, et aucun débat contradictoire n'était possible. Un seul exemple, des missiles sol-air ont été installés à La Hague à la suite des attaques terroristes du 11 septembre aux Etats-Unis – spectaculaire comme simple application du principe de précaution – mais la question technique des conséquences radiologiques potentielles d'un gros avion de ligne s'écrasant sur le site n'a tout simplement pas été abordée. Et plus étonnant encore, cela n'a semblé décevoir aucun des participants."

à la refonte des normes ukrainiennes d'évaluation de ces systèmes et à l'ajout d'exigences concernant les systèmes de contrôle-commande numériques de sécurité pilotés par des logiciels ;

Sur ce sujet, lire *Collaboration Allemagne-Ukraine dans l'évaluation des systèmes numériques de contrôle-commande pour la mise en œuvre de la sécurité dans les centrales nucléaires* par M. Yastrebenetsky, D. Wach, B. Mulka et S. Vinogradskaia.

■ le développement par la GRS d'un modèle de banque de données pour l'analyse statistique des incidents signalés dans les centrales nucléaires exploitées en Allemagne. Désormais prêt pour une application pratique, le modèle facilitera l'amélioration des spécifications concernant les tendances dans les aspects de sûreté, spécialement ceux liés à la vigilance.

Sur ce sujet, lire *Fréquences et tendances des caractéristiques significatives des incidents signalés en Allemagne* par G. Farber et H. Matthes.

Il faut remarquer que les programmes d'évaluation conduits sur divers sujets à travers l'Europe, de l'Allemagne à l'Ukraine et de la France à la Russie, sont menés sous la forme d'une collaboration croissante entre les différents organismes de sûreté, élargissant ainsi le champ et améliorant l'efficacité de l'acquisition des connaissances et des expériences en sûreté nucléaire.

➤ **Une pratique très répandue : les réévaluations périodiques de sûreté.** Réalisées en complément des visites régulières en exploitation, des essais programmés et de la maintenance préventive, les réévaluations périodiques de sûreté permettent de comparer l'état actuel des installations avec leur dossier de référence d'origine, d'identifier et de traiter les dérives; de mettre à jour le dossier de référence en respectant les dernières exigences de sûreté, et de mettre

en conformité l'installation avec le dossier de référence actualisé. Ces réévaluations de sûreté sont effectuées pour trois raisons principales :

■ la capacité des composants à assurer leur fonction de sûreté peut être affaiblie par les processus d'exploitation, un taux de combustion plus élevé, l'irradiation, la corrosion. Par exemple, la fragilisation due à l'irradiation représente un facteur important dans le vieillissement du cœur d'un réacteur ou de l'isolement d'un câble ;

■ la mise en service d'une centrale nucléaire a été autorisée conformément à des règlements et des normes qui ont depuis été actualisés sous l'influence des évolutions des connaissances, des techniques et de la société ;

■ les modifications appliquées à des installations à la suite d'incidents ou pour répondre aux besoins des exploitants influent non seulement sur l'équipement mais aussi sur les structures organisationnelles. Avec en ligne de mire la réduction des coûts, de nombreux exploitants réduisent ainsi le personnel et sous-traitent certaines fonctions. En plus des centrales nucléaires, les installations du cycle du combustible et les réacteurs de recherche subissent également des réévaluations périodiques de sûreté. ■

(1) La gestion et la mise à niveau des connaissances ont été abordées au cours des tables rondes du Forum Eurosafe. Veuillez vous reporter aux articles correspondants dans ce numéro de La Tribune Eurosafe.  
(2) Les articles mentionnés dans ce texte sont disponibles sur le site Web d'Eurosafe : [www.eurosafe-forum.org](http://www.eurosafe-forum.org)

## Recherches sur la sûreté des installations nucléaires : se rapprocher de la réalité

■ Autrefois, les modèles de sûreté nucléaire étaient conçus avec des marges considérables compte tenu des incertitudes entre la théorie et la réalité, et des scénarios pénalisants étaient utilisés comme base pour édicter les règlements et les normes. Ces marges ont été progressivement utilisées par les exploitants pour accroître leur compétitivité dans le contexte de la déréglementation. A présent, le développement de systèmes de calcul d'une puissance sans cesse croissante et d'outils de mesure précis permettent de concevoir des modèles de sûreté avec une représentation bien plus fidèle à la réalité.

À cet égard, le développement de modèles réalistes fondés et validés sur la base de programmes expérimentaux constitue une tendance générale qui donne aux organismes comme la GRS et l'IPSN, capables à la fois de conduire des recherches et d'évaluer la sûreté, un rôle essentiel dans l'amélioration de la sûreté des installations nucléaires.

Aujourd'hui, les recherches en cours sur la sûreté constituent une nécessité pour assurer une mise en place vigilante des règlements de sécurité (tenant compte des événements imprévus), pour faire face aux évolutions des installations comme le vieillissement, et pour veiller à ce que les règles d'exploitation n'évoluent pas au dépens de la sûreté globale. La recherche d'une amélioration constante dans la sûreté des installations nucléaires nécessite l'examen des incidents de faible probabilité pour :

■ mieux comprendre les circonstances conduisant potentiellement à de tels incidents. Cela permet d'examiner les mesures de sécurité adoptées par les exploitants afin de diminuer encore plus la probabilité de ces incidents ;

■ limiter les conséquences de ces incidents grâce aux plans d'urgence mis en place par les exploitants nucléaires à l'intérieur d'une centrale et grâce →



→ aux plans externes définis et mis en place par les pouvoirs publics.

Réalisés depuis plus de vingt ans, principalement sous la forme d'une coopération internationale, les enquêtes et les programmes de recherche ont permis d'atteindre de hauts niveaux de sûreté dans la plupart des pays occidentaux. Des avancées significatives voient le jour dans les domaines suivants :

- la probabilité d'occurrence et les conséquences potentielles des incidents pris en compte dans la conception des installations sont validées ;

- des méthodes appropriées de surveillance des équipements et des modes opératoires sont développées ;

- des mesures supplémentaires pour limiter les conséquences d'accidents conduisant à la fusion du cœur d'un réacteur sont définies, de même que des plans d'urgence destinés à protéger le public dans l'éventualité d'un accident.

Quelques problèmes de sûreté étudiés dans les programmes de recherche présentés lors du Forum Eurosafe 2001 sont présentés ci-dessous. Les expériences correspondantes montrent que le développement de systèmes de calcul d'une puissance croissante et d'outils de mesure précis permet de concevoir des modèles de sûreté plus fidèles à la réalité que par le passé.

➤ **Comportement d'un combustible à haut taux de combustion dans les conditions d'un accident de perte de réfrigérant primaire.** L'IPSN et plusieurs autres organismes de sûreté appliquent une méthode à trois niveaux pour leurs recherches sur la sûreté des réacteurs. La première étape consiste à développer des codes de calcul à partir des bases de données existantes. La deuxième étape

implique des expériences à petite échelle, hors réacteur, qui fournissent les bases de données supplémentaires nécessaires au développement des codes de calcul et à leurs analyses préliminaires. Mais comme la phénoménologie des réacteurs ne peut pas être entièrement reproduite dans ces expériences à petite échelle, une troisième étape consistant en des expériences à l'échelle en réacteur et utilisant des matières réelles s'avère essentielle pour l'analyse complète des accidents. Leurs résultats permettent l'analyse finale des codes en termes d'applicabilité aux réacteurs et d'exhaustivité de la simulation.

L'évolution des réacteurs à eau légère observée depuis les années soixante-dix :

- augmentation de la puissance des réacteurs : de 900 MWe à 1400 MWe ;

- accroissement du taux de combustion : de 33000 GW/jour/t d'uranium à 60000 GW/jour/t d'uranium dans un futur proche ;

- introduction de nouveaux types de combustible – de UO<sub>2</sub> au combustible MOX –, d'assemblage et de barres de commande ; crée un besoin permanent de réévaluation des études sur la sûreté des réacteurs, ce qui implique une amélioration des connaissances associées et une mise à niveau des outils de calcul correspondants.

Par exemple, un taux de combustion nucléaire plus élevé peut induire des effets spécifiques dans les conditions d'un accident de perte de réfrigérant primaire (APRP), alors que les critères actuels de sûreté réglementaire, toujours appliqués dans la majorité des pays, sont dérivés des critères d'approbation publiés par la Commission de l'énergie atomique des États-Unis (USAEC) en 1973. C'est

pourquoi l'IPSN prépare un programme de recherche intitulé «APRP irradié» qui devrait inclure des expériences en réacteur visant à étudier le comportement du combustible et du gainage dans des conditions représentatives d'un réacteur au cours d'une séquence de perte de réfrigérant. Prévu dans le réacteur Phébus à Cadarache (France), les expériences en réacteur devraient impliquer la géométrie des faisceaux. Une étude de faisabilité d'un tel programme expérimental est en cours et devrait bientôt aboutir à un projet comprenant les aspects liés au coût et au calendrier.

Sur ce sujet, lire *Un programme de recherche IPSN pour résoudre les problèmes APRP en suspens* par A. Maillat, C. Grandjean et B. Clément.

➤ **Comportement d'un combustible à haut taux de combustion dans les accidents d'injection de réactivité.** À côté des expériences en réacteur, l'analyse comparative constitue une autre voie importante pour évaluer les incertitudes pesant sur les codes de calcul et pour fournir des approches de la meilleure estimation. Avec l'augmentation du taux de combustion dans le cœur, l'un des problèmes majeurs est l'évaluation de l'énergie déposée dans l'éventualité d'un accident d'éjection de grappe dans un réacteur à eau sous pression (REP), ou d'un accident de chute de barre dans un réacteur à eau bouillante (REB). Dans ce contexte, le Laboratoire national de Brookhaven (BNL, Brookhaven National Laboratory) de l'Autorité de sûreté nucléaire américaine (la NRC, Nuclear Regulatory Commission), l'Institut russe Kurchatov (IK) et l'IPSN ont initié une collaboration centrée sur les aspects neutroniques des accidents d'injection de réactivité. Une modélisation en trois



Catherine LECOMTE  
IPSN

«En tant qu'experts techniques travaillant pour les autorités de sûreté de leurs pays, la GRS et l'IPSN mènent des recherches en profondeur destinées à renforcer leur expertise technique et leur capacité de jugement indépendant. Ces deux organismes se trouvent par conséquent en position de recommander des améliorations significatives de la sûreté dans les installations nucléaires avec pour objectif la protection des professionnels et du public.»

dimensions d'un accident d'éjection de grappe dans la centrale américaine TMI-1 (Three Mile Island 1) a été réalisée en utilisant trois méthodes de calcul différentes : les codes neutroniques Parcs (BNL), Cronos (IPSN) et Bars (IK). Cette modélisation a montré que l'une des sources d'incertitude est la représentation du crayon combustible. Dans la majorité des codes, l'assemblage combustible est ainsi décrit de manière homogène, ne prenant pas en compte l'assemblage intermédiaire, ce qui peut conduire à une sous-estimation significative de l'enthalpie du combustible. L'approche de la meilleure estimation de la modélisation 3D utilisée dans cette analyse comparative devrait être complétée par une évaluation des incertitudes sur les résultats induites par la modélisation et par les incertitudes pesant sur les paramètres d'entrée.

Sur ce sujet, lire *Modélisation 3-D d'un transitoire de réactivité dans un cœur : l'exercice TMI-1* par P. Ferraresi, E. Studer, A. Avvakumov, V. Malofeev, D. Diamond et B. Bromley.

➤ **Appauvrissement d'aérosol dans les conditions d'un accident grave dans les réacteurs à eau légère.** Au cours d'un accident grave avec fusion du cœur dans un réacteur à eau légère (REL), des produits radioactifs de fission et d'activation sont relâchés dans l'enceinte de confinement et pour une grande part sous forme d'aérosols ; l'enceinte de confinement étant utilisée comme barrière ultime de protection de l'environnement. Une compréhension détaillée du comportement des produits de fission et des aérosols, et une capacité de prédiction analytique pertinente, sont donc d'une grande importance pour l'évaluation de la libération possible dans l'environnement, par exemple par un relâchement extérieur ou par une fuite. Développé conjointement par la GRS et l'IPSN, le code intégral Astec →

→ (Accident Source Term Evaluation Code), ou Code d'évaluation du terme source d'un accident, vise à obtenir un code de calcul rapide pour la simulation de séquences complètes d'accidents graves dans les réacteurs à eau légère, depuis l'événement déclenchant jusqu'à la libération possible dans l'environnement des produits de fission. Concernant l'appauvrissement des aérosols, les résultats d'Astec étaient, en général, globalement en accord avec les données mesurées lors de tests menés au centre d'essais Kaever (Kernschmelz Aerosol Versuche) situé sur le site de Eschborn, à Battelle en Allemagne. La surestimation par le code de calcul de la consommation d'eau hygroscopique par les aérosols signifie que le modèle nécessitera une légère amélioration.

Sur ce sujet, lire *Contribution Astec au problème de norme internationale sur Kaever* par P. Spitz, J.-P. van Dorsselaere, B. Schwinges and S. Schwarz.

➤ **Simulation d'incendies mettant en jeu de l'huile et des câbles.** La simulation du développement d'accidents graves, de leur progression et des conséquences potentielles sur le confinement des centrales nucléaires, dans des conditions aussi réalistes que possible, est nécessaire à l'analyse de l'efficacité des mesures de gestion de ces accidents. Le système de codes de confinement (Cocosys, Containment Code System) développé par la GRS a pour but principal l'apport d'un système de codes basés sur des modèles mécaniques pour la simulation détaillée de tous les processus applicables et de tous les états d'une centrale au cours d'accidents graves de confinement touchant un réacteur à eau légère (REL), y compris les accidents imputables à la concep-



Leif JOHANSSON  
Vice-président  
de Ringhals AB.

« Dans les pays où la déréglementation joue un rôle moteur, où l'industrie nucléaire - tout comme d'autres secteurs industriels - n'est plus autorisée à se trouver dans le rouge, on peut attendre beaucoup d'une attitude ouverte envers les employés d'une société. En promouvant une culture du non-reproche et en témoignant de la confiance envers leur personnel, les dirigeants des sociétés contribuent à un retour d'informations efficace de la base vers le sommet. A cet égard, un équilibre pragmatique entre des procédures nombreuses et strictes et une bonne communication verticale aide de manière significative à améliorer la sécurité tout comme la rentabilité. »

tion du réacteur. Constituant une priorité forte, la simulation des incendies mettant en jeu de l'huile et des câbles obtenue par le système Cocosys a été testée avec succès grâce à l'utilisation des résultats expérimentaux des incendies de câbles HDR E41.7, E42 et VVER-1000. Ces essais ont démontré les capacités des modèles actuels de pyrolyse du code Cocosys, sur lesquels des calculs supplémentaires de validation devraient être effectués dans le futur.

Sur ce sujet, lire *Application de modèles de pyrolyse dans Cocosys* par W. Klein-Heßling, M. Röwerkamp et H.J. Allelein.

➤ **Un défi pour l'avenir de la recherche.** « L'un des principaux défis des autorités réglementaires, écrit G. Frescura de l'AEN, est de maintenir le bon équilibre entre les recherches de confirmation comme celles menées pour valider des méthodes, et les recherches d'anticipation comme celles menées pour prévoir les problèmes potentiels et améliorer les connaissances. Avec un budget en nette diminution et très peu d'engagement dans la construction de nouvelles centrales, il est toujours plus facile de justifier le besoin de recherches de confirmation, aux dépens des recherches d'anticipation. » ■

## Gestion des déchets : rendre le long terme acceptable

■ Le stockage final des déchets radioactifs constitue un problème délicat, quelle que soit la manière de l'envisager. D'un point de vue technique, l'étude de questions comme la modélisation de la mécanique des roches sur des milliers et des dizaines de milliers d'années constitue évidemment un travail complexe. D'un point de vue social, l'initiation d'un processus de discussion entre les parties prenantes dans les régions prospectées pour l'installation de laboratoires souterrains – et potentiellement d'installations de stockage souterrain – n'est pas une tâche facile. D'un point de vue politique, les gouvernements et les responsables politiques semblent peu enthousiastes à l'idée de déclencher des décisions qu'ils savent inévitables et qui impliqueront les générations futures.

Les multiples facettes du problème du stockage des déchets radioactifs et la diversité des contextes nationaux ont été mis en lumière au cours du Forum Eurosafe 2001, à travers des interventions d'experts, notamment ceux travaillant pour les organismes de sûreté français, allemand et ukrainien.

➤ **Conception d'un cadre international pour la gestion des déchets radioactifs.** La recherche sur le stockage géologique des déchets radioactifs entre de plus en plus dans le cadre d'une coopération internationale. A cet égard, l'AIEA, l'Agence internationale de l'énergie atomique, dont le siège social se trouve à Vienne (Autriche), a lancé un programme destiné à créer un recueil de normes internationalement acceptées sur la sûreté des déchets radioactifs. L'Agence a constitué un groupe dont la mission est d'établir les principes et les critères pour « le stockage géologique des déchets radioactifs ». Ce groupe a adopté neuf principes concernant :

- la protection de la santé humaine ;
- la protection de l'environnement ;
- la protection au-delà des frontières nationales ;
- la protection des générations futures ;
- la prévention de tout fardeau excessif pesant sur les générations futures ;
- la mise en place d'un cadre légal approprié ;
- la minimisation des déchets générés ;
- la prise en compte des interdépendances entre les différentes étapes de la gestion des déchets ;
- la sûreté des installations de gestion des déchets.

Partant de ces principes, le groupe a travaillé à des recommandations portant sur la construction, la mise en place et l'évaluation d'une stratégie de sûreté. Ces travaux se concentrent à présent sur les problèmes suivants : un cadre commun basé sur la sûreté pour le stockage des déchets radioactifs, des délais appropriés pour l'analyse de sûreté, les différents indicateurs possibles de la sûreté à long terme, les implications de la sûreté dans la réversibilité des stockages et la →



possibilité de récupérer les déchets, l'évaluation d'une possible intrusion humaine à l'intérieur d'un entrepôt, le rôle et les restrictions du contrôle institutionnel, l'établissement de groupes critiques et de biosphères de référence pour l'évaluation à long terme, et la signification de la «conformité» aux normes.

Sur ce sujet, lire *Le développement de normes de sûreté internationales pour le stockage géologique des déchets radioactifs* par Phil Metcalf.

► **Modélisation des processus géochimiques.** Granit, argile, sel gemme ... Différents types de roches sont étudiés en vue de modéliser leur comportement géochimique sur une longue période de temps et de décider si elles pourraient ou non constituer des candidats appropriés pour l'accueil d'éventuelles installations de stockage de déchets radioactifs. L'un des facteurs clés déterminant le choix d'un site est la configuration spatiale du système de failles et son évolution potentielle avec le temps. Les failles naturelles possèdent différentes échelles : les failles régionales majeures qui limitent les blocs, les failles secondaires et les zones de cassure qui affectent les blocs, et enfin les cassures locales et les microcassures. Ces discontinuités sont étudiées à partir d'analyses de surface, et de trous de sondage transversaux et horizontaux. Les projets menés dans différents pays consistent à étudier la probabilité d'activité de ces failles (qui pourrait conduire à des événements sismiques) et leur probabilité de croissance (qui pourrait créer un réseau de circulation de fluide) sur des périodes de temps de l'ordre de quelques milliers d'années. Les scientifiques alle-

«En Europe centrale, la recherche nucléaire était fortement respectée et attirait beaucoup de ressources. Aujourd'hui, la déréglementation stimule la concurrence entre les exploitants, et l'exigence du public pour une sécurité de haut niveau se fait de plus en plus entendre. Les centres de recherche et les organismes de sûreté se trouvent face à un défi majeur : renforcer la coopération avec leurs pairs pour faire mieux avec des ressources moins importantes. Dans ce contexte, la participation au Forum Eurosafe constitue une opportunité de gagner du temps, rencontrer des personnes par ailleurs difficilement accessibles, discuter de coopérations et finalement, se diriger vers des pratiques harmonisées. Des centres d'intérêt commun émergent des discussions, comme le besoin de transmettre efficacement et rapidement les connaissances accumulées à la génération future, au moment où le secteur nucléaire n'est plus perçu - dans la plupart des pays - comme suffisamment attractif par les jeunes diplômés. Une coopération accrue nous aidera à expliquer à ces diplômés pourquoi cette discipline peut leur apporter la satisfaction et la reconnaissance sociale qu'ils espèrent.»

**Jiří ŽDAREK**

Directeur de la Division Intégrité et ingénierie technique, Institut de recherche nucléaire Řež plc.

mands qui ont étudié les roches perturbées par des excavations à proximité de cavités souterraines ont par exemple établi que des roches comme le sel gemme présentent un comportement plastique, et possèdent un potentiel de cicatrisation lorsque l'état de contrainte perturbé par une excavation retourne vers un état avantageux.

Plusieurs projets portent sur le développement et la validation des codes de calcul pour la modélisation du transfert de radionucléides dans la géosphère. Le code de calcul TRAPIC (Transport de polluants influencé par des colloïdes) a ainsi été développé pour simuler un transport de contaminants dans un milieu poreux facilité par un colloïde à une ou deux dimensions. Appliqué à la migration de l'europium (Eu) dans des expériences sur colonnes avec de l'eau provenant d'une nappe phréatique riche en matière humique, le code a permis d'obtenir un accord général en simulant les expériences de migration avec des paramètres de sorption tirés tant d'expériences en bain que de données fournies par les écrits des experts. Un autre code de calcul nommé HYTEC a été développé pour la modélisation des interactions entre les matériaux industriels comme le béton ou le ciment (dont l'utilisation massive peut se révéler nécessaire au stockage des déchets radioactifs dans des formations argileuses) et la roche d'accueil. Le code de transport HYTEC permet de modéliser un comportement géochimique sur des échelles de temps et dans une géométrie qui

sont représentatives des projets de stockage. L'évolution du pH, un paramètre clé dans la mobilité d'un élément, est plus particulièrement étudiée.

Sur ces sujets, lire *Modélisation par transport réactif des processus d'interaction entre argilite et ciment* par L. De Windt, D. Pellegrini et J. van der Lee ; *Modélisation du transport des actinides facilité par des colloïdes dans la géosphère à l'aide du code de calcul TRAPIC* par Ulrich Noseck ; *Auto-scellement de roches perturbées par l'excavation dans le champ proche de cavités souterraines - exemples de mesures dans des formations salines et interprétation des premiers résultats* par K. Wiecek, P. Schwarzianeck et T. Rothfuchs ; *Développement d'un réseau de failles dans l'espace et dans le temps : implications pour les sites de stockage en profond des déchets radioactifs* par Kathryn Hardacre et Oona Scotti ; *Corrosion des matériaux cimentés en conditions de stockage géologique et effet sur la stabilité géochimique des minéraux argileux* par H.-J. Herbert et Th. Meyer.

► **Tirer parti de l'expérience de Tchernobyl.**

Les décharges créées en 1986-87 lors des activités d'assainissement d'urgence de la centrale de Tchernobyl contiennent environ 10 millions de m<sup>3</sup> de déchets de faible activité. Ces décharges font peser des risques radiologiques sur l'environnement. La migration hydrogéologique du strontium 90 (90Sr), qui présente une grande mobilité dans les sols et dans les nappes phréatiques est un souci majeur. Les principaux processus mis en jeu dans le transfert d'éléments radioactifs depuis une décharge vers l'environnement alentour ont donné naissance à deux axes majeurs de recherche. Le projet de site pilote de Tchernobyl se concentre tout d'abord sur l'étude des mécanismes de dissolution des retombées de particules de combustible et des interactions géochimiques entre le sol et les radionucléides dissous. Ensuite, le projet s'intéresse à l'étude des propriétés hydrodynamiques de l'eau et du transport associé des éléments radioactifs dissous dans la zone non saturée et dans la zone aqui-

fère sous-jacente à l'enfouissement des déchets.

Le projet programmé entre 1999 et le milieu de l'année 2003 comprend trois étapes principales :

- la caractérisation du site impliquant la collecte et l'analyse des données radiologiques, hydrogéologiques et géochimiques ;
- le développement d'un ensemble de sous-modèles et d'un modèle global de la décharge, et la planification d'expériences de validation (confirmation) de ce modèle ;
- la mise au point, la réalisation et l'interprétation de tests de validation du modèle. Bien que les risques provoqués par la circulation d'eaux souterraines soient supposés faibles à l'extérieur du site, les travaux effectués jusqu'à ce jour montrent que la nappe phréatique contaminée constitue probablement une source potentielle de risque significatif sur le site, y compris sur des échelles de temps dépassant la période de contrôle institutionnel des installations contenant des déchets (par exemple, 100 à 300 années). Une compréhension conceptuelle, une modélisation adéquate et une prévision à long terme des mécanismes d'atténuation des contaminants radioactifs dans les environnements souterrains sont par conséquent importants pour l'analyse et la planification des stratégies de gestion des déchets et des mesures visant à la restauration et à la réhabilitation des terrains contaminés et de l'environnement géologique de Tchernobyl. ■

Sur ce sujet, lire *Dissémination dans la géosphère des radionucléides provenant d'une tranchée de stockage de déchets* par D. Bugai, L. Dewiere, V. Kashparov et N. Ahmadi.



### Choix d'un site pour le stockage final des déchets radioactifs : gros plan sur la situation actuelle en Allemagne.

En Allemagne, l'intention est de stocker tous les types de déchets radioactifs dans des formations géologiques profondes. Dans le passé, le dôme de sel de Gorleben, dans le nord-est de la Basse-Saxe, a été étudié pour sa capacité à accueillir un entrepôt en profondeur pour tous les types de déchets radioactifs, principalement pour les déchets de forte activité provenant du retraitement et du combustible usé, alors que les déchets avec production de chaleur négligeable seraient éliminés séparément. Après les élections de septembre 1998, le nouveau gouvernement fédéral a opéré une modification prononcée de sa politique énergétique, la plus importante décision étant l'abandon ou la sortie progressive de l'énergie nucléaire. Cette nouvelle politique comprend également des modifications importantes de la gestion des déchets radioactifs. Puisque le gouvernement émet des doutes sur la

pertinence du site de Gorleben, l'enquête sur le dôme de sel de Gorleben sera interrompue pendant au moins trois ans, sans que cette interruption ne dépasse 10 années, jusqu'à ce que les questions conceptuelles et relatives à la sûreté soient clarifiées. Des sites supplémentaires, dans différentes formations rocheuses d'accueil, doivent être étudiés. Cette enquête doit être menée par rapport à la faisabilité technique et la sûreté, mais aussi le consentement du public. Pour cette raison, le Ministère fédéral de l'environnement (BMU) a constitué en février 1999 un Comité pour les procédures de sélection des sites de stockage (Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte, AkEnd). Les deux principales tâches de ce comité sont la définition des critères de sélection d'un site et de la procédure de déroulement pour la participation du public. Le comité a recommandé plusieurs décisions pour le développement de la procédure de sélection d'un site :

- toutes les formes de déchets radioactifs

devraient être pris en compte ;

- le concept de stockage devrait être basé sur le principe du «concentrer et confiner» ;
- le stockage devrait uniquement s'effectuer dans des formations géologiques profondes, au moins plusieurs centaines de mètres en-dessous du niveau du sol ;
- le stockage devrait être construit comme une mine, en respectant les règles de l'art ;
- la période d'isolement devrait être de l'ordre d'un million d'années ;
- un système solide à barrières multiples dans une configuration géologique intégrale favorable est recherché. S'appuyant sur l'expérience internationale et l'évaluation des analyses de sûreté existantes, le comité a recommandé les exigences suivantes comme étant caractéristiques d'une configuration géologique intégrale favorable :
- pas de circulation d'eaux souterraines au niveau du stockage, ou uniquement un mouvement très lent ;
- des conditions hydrochimiques favorables ;
- un potentiel de forte rétention des roches à

l'égard des polluants ;

- une bonne compatibilité des roches avec la production de gaz ;
- une tendance faible à construire de nouvelles voies ;
- une configuration favorable (ex. : l'extension spatiale) de la formation rocheuse ;
- un emplacement permettant une bonne caractérisation spatiale de la formation rocheuse ;
- un emplacement permettant un pronostic fiable sur la stabilité à long terme des conditions favorables de la formation rocheuse ;
- une bonne compatibilité des roches avec les changements de température. Les régions offrant des conditions relativement plus favorables au stockage doivent être identifiées. A ce stade, les critères ont une fonction de pondération. Le poids des critères géo-scientifiques et socio-scientifiques doit être évalué de sorte à établir un classement des régions et des sites.

Sur ce sujet, lire *Développement des critères de sélection de sites pour le stockage des déchets radioactifs en vue de déterminer des emplacements favorables en Allemagne* par B. Baltes et W. Brewitz.

## Environnement et radioprotection : impliquer les parties prenantes dans les décisions

■ Prendre des contre-mesures à la suite d'un accident grave dans un réacteur à eau sous pression, être confronté à la contamination de la chaîne alimentaire, prendre en compte la restauration d'anciens sites miniers contaminés... quel que soit le problème environnemental ou radiologique à régler, un dénominateur commun demeure : le public.

Comme les initiatives de communication destinées à «rassurer» le public concerné par la capacité des exploitants à contrôler les risques et celle des autorités publiques à surveiller le processus n'ont pas démontré leur succès, le besoin de la consultation est allé grandissant. Un espace de dialogue entre les experts des organismes et des associations et les non-experts doit être créé, pour permettre une compréhension mutuelle des points de vue respectifs et, dans une certaine mesure, une prise de décisions commune. Le Forum Eurosafe 2001 a présenté l'expérience acquise par divers pays européens dans ce domaine.



► **Le rôle essentiel des associations dans la concertation.** Les associations profitent d'une concertation pour accéder à certains documents, soulever certains problèmes et questionner directement les représentants d'un gouvernement ou d'une société. C'est aussi pour eux un moyen de faire connaître les problèmes et de rappeler leurs engagements aux exploitants. La concertation ne peut pas empêcher les manifestations ou les pétitions. Ces actions montrent que la concerta-

tion n'a pas nécessairement comme objectif la prolongation de la durée de vie d'une centrale. Un large fossé demeure entre les connaissances, les compétences et les moyens dont disposent l'administration et les exploitants, et ceux des associations. Néanmoins, les actions et les compétences des associations sur les questions juridiques, politiques ou techniques se complètent les unes les autres. Au niveau local, elles acquièrent de l'expérience sur le terrain et peuvent se montrer très sensibles aux développements locaux et aux incidents potentiels dans une centrale. Au niveau régional, elles apportent fréquemment leur expertise - en particulier sur les problèmes environnementaux - et se trouvent souvent en mesure de former leurs propres membres ou ceux d'associations locales. Les facteurs clés d'une concertation fructueuse sont les suivants :

- la concertation ne devrait pas s'arrêter à un échange d'opinions occasionnel avec les parties impliquées, mais devrait s'étendre à tout le processus de prise de décision, de la conception du projet à son évaluation en fonctionnement ;
- la concertation devrait rejoindre →

→ l'ensemble des pratiques courantes des décideurs à travers tout ce processus : le gouvernement et les exploitants devraient inclure des procédures de concertation dans leurs structures collectives ;

■ la concertation devrait pouvoir influencer réellement sur la décision. A cet effet, plusieurs options d'un même projet devraient être soumises aux parties prenantes.

➤ **Les avantages du travail en réseau : une initiative européenne née des réusites britanniques.** Alors qu'une contamination générale de la chaîne alimentaire à la suite d'un accident nucléaire pourrait avoir des conséquences considérables pour l'agriculture et l'industrie agroalimentaire européennes, l'expérience acquise sur la base de l'accident de Tchernobyl montre qu'une palette très étendue de contre-mesures existe. Pour les besoins de l'organisation d'un plan d'urgence, il est important de rassembler les différentes parties prenantes qui seraient impliquées dans une intervention, afin que des stratégies puissent être développées pour le maintien de la production agricole et de la sécurité alimentaire. Encouragée par l'expérience acquise au Royaume-Uni à travers la constitution du Groupe de travail sur les contre-mesures pour l'agriculture et l'alimentation (AFCMWG, Agriculture and Food Countermeasures Working Group), la Commission européenne finance un réseau de parties prenantes appelé «Farming» (Food and Agriculture Restoration Management Involving Networked Groups) ou Gestion de la restauration de l'alimentation et de



**Ashok THADANI**  
Directeur de l'Office of Nuclear Regulatory Research, U.S. Nuclear Regulatory Commission.

«Puisque 80% des centrales nucléaires ont adopté la technologie de l'eau légère, les problèmes de sûreté auxquels la plupart d'entre nous sont confrontés - par exemple, l'augmentation des taux de décharge, la durée de vie prolongée des centrales, les durées des arrêts réduites, etc. - sont universels. Le monde a rétréci : un accident survenant à un endroit possède désormais un impact mondial. C'est pourquoi les conférences comme le Forum Eurosafe et les publications comme La Tribune Eurosafe sont importantes. Elles constituent le moyen le plus efficace pour rassembler les experts en technologie et les dirigeants, partager les expériences, apprendre beaucoup sur une courte période ... et initier des programmes de coopération bilatéraux et multilatéraux.»

l'agriculture impliquant des groupes en réseau. Etabli en Belgique, en Finlande, en France et en Grèce, ce réseau fait appel à plus de 50 parties prenantes individuelles.

Les membres de l'AFCMWG ont été choisis sur la base de quatre critères : la représentation adéquate des intérêts et des préoccupations de chaque type de parties prenantes ; un équilibre raisonnable entre les organisations gouvernementales (OG) et non gouvernementales (ONG) ; la participation d'individus avec des responsabilités pour une contribution aux décisions de type politique, et avec une grande connaissance des problèmes ; la volonté de participer.

Les sujets examinés peuvent être répartis entre les grands domaines suivants : informations générales dans les plans d'urgence nucléaire ; transfert d'éléments radioactifs dans la chaîne alimentaire et stratégies de contre-mesures ; scénarios réalistes d'accidents et réponse des parties prenantes ; conclusions des études complémentaires/secondaires et travaux des sous-groupes, activités internationales. S'appuyant sur les réalisations de l'AFCMWG, le réseau Farming espère apporter quatre avantages majeurs :

■ une communication améliorée et des débats : la possibilité de mise en œuvre des stratégies de restauration sera débattue par les parties prenantes en tenant compte des avis réglementaires, des facteurs sociaux et politiques et des contraintes industrielles. Les gouvernements tireront ainsi profit des conseils d'autorités de haut niveau, avec la possibilité de prendre des décisions stratégiques de manière plus opportune et de conserver la confiance du public ;

■ une diffusion plus large de l'information sur les stratégies de restauration : le site Web du réseau Farming ([www.ec-farming.net](http://www.ec-farming.net)) permettra un échange d'informations sur les stratégies réalisables et non réalisables, évitant de ce fait la duplication des efforts de recherche ainsi que la mise en place de techniques inappropriées ;

■ une application aux contaminants non radioactifs : le réseau en place pourra potentiellement se charger de tous les types d'incidents de contamination impliquant la production de nourriture considérée comme impropre à la consommation humaine ;

■ la viabilité : une fois avéré l'intérêt de ce type de réseau, les groupes nationaux de parties prenantes seront probablement capables de prendre leur autonomie même lorsque les fonds de la Communauté européenne auront été supprimés.

Sur ce sujet, lire *Implication des parties prenantes dans la gestion des zones rurales après un accident* par A.F. Nisbet.

➤ **Implication des parties prenantes : une approche pragmatique de la restauration des sites.** Les activités comme la peinture au radium, la fabrication de montres ou l'industrie de la pierre à feu ont généré une contamination par des éléments radioactifs à vie longue dans plusieurs sites industriels. La méthode utilisée pour l'évaluation et la gestion des risques liés aux rayonnements associés à ces sites a été récemment développée en France à la demande des autorités. L'objectif est de fournir aux parties prenantes (administration, élus, sociétés d'études, exploitants, associations et organismes de protection) un guide décrivant la procédure à suivre. Celle-

ci comprend six étapes - élimination du doute, pré-diagnostic, diagnostic initial, étude simplifiée des risques, étude détaillée des risques et assistance dans le choix de la stratégie de restauration - mises en œuvre partiellement ou totalement en fonction de la «complexité» du site.

Le choix de la stratégie appropriée présuppose l'identification de plusieurs stratégies de remplacement qui doivent être caractérisées en termes de réduction de l'impact dosimétrique, de contamination, de coût et de nuisances associées. Que la recherche d'une stratégie de restauration appropriée s'accompagne ou non d'une discussion sur le choix de l'utilisation future du site, des concertations en profondeur doivent être mises en place avec toutes les parties prenantes. Ces concertations permettent aux personnes impliquées de «s'approprier» les stratégies et par conséquent de soutenir les choix qui vont certainement modifier quelques-unes des habitudes locales. Elles encouragent la population à acquérir une compréhension plus réaliste de la radioactivité, de sa nature, de ses composantes et de ses risques. Elles aident au maintien de la vigilance à long terme de la population à l'égard d'un risque résiduel assumé collectivement. ■

Sur ce sujet, lire *Gestion des sites industriels radio-contaminés et implication des parties prenantes* par A. Oudiz, B. Cessac, J. Brenot, J.P. Maigné et P. Santucci.

#### De l'information à la concertation

En Europe et aux Etats-Unis, les mesures prises par les exploitants industriels et les organismes gouvernementaux pour informer les populations voisines sur l'état des sites industriels restent insuffisantes pour établir un climat de confiance. Il devient de plus en plus évident que la concertation ne doit plus être considérée comme un simple outil de communication, mais comme un moyen efficace d'implication de tous les parties prenantes dans un processus de prise de décision qui peut aboutir à la modification significative d'un projet ou même à son refus absolu. Initiées par les organismes gouvernementaux, les pratiques de concertation ont été adoptées par les exploitants privés avant des décisions d'investissement ou des décisions portant sur une centrale en fonctionnement. La convention Aarhus sur «l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement» adoptée par les pays de la Communauté européenne en 1998 est le signal d'une implication plus active des parties prenantes. Quelques pays ont mené des expériences innovantes au niveau local, avec une participation du public dans les décisions ayant trait aux sites industriels. Un exemple en est la politique suédoise en matière de gestion des déchets de forte activité.

Lire *Consultation autour des sites industriels* de G. Herliard-Dubreuil et S. Gadbois.

## Sécurité des matières nucléaires : répondre aux menaces

■ Les actions menées dans le domaine de la sécurité des matières nucléaires poursuivent deux objectifs principaux. Le premier concerne la prévention et la détection des vols ou des enlèvements non autorisés de matière fissile utilisable dans la fabrication d'armes atomiques. Le deuxième se rapporte à la prévention des actes de malveillance contre les installations nucléaires ou la matière fissile qui pourraient entraîner la libération de quantités significatives de matière radioactive.

Sujet de préoccupation pour de nombreux pays, la sécurité des matières nucléaires est largement examinée dans des groupes de travail internationaux, comme le Groupe des Six mis en place par les États membres de l'Union européenne. Les forums internationaux comme Eurosafe 2001 représentent également d'importantes opportunités pour la collecte et la consolidation de l'expérience acquise par différents pays. L'expérience française dans ce domaine est un exemple.



de sécurité pour la conception et la mise en application d'un système de protection physique :

■ le premier inclut la définition d'un cadre législatif et réglementaire, la désignation d'une autorité compétente, la détermination des responsabilités des entités impliquées ainsi que la sélection d'une approche (basée sur la conformité ou sur les résultats) ;

■ le deuxième se rapporte à l'identification de la menace contre laquelle la protection doit être assurée (appelée menace de référence), à la définition d'un concept de défense en profondeur (c'est-à-dire un concept utilisé pour concevoir les systèmes de protection physique que doit maîtriser un adversaire ou les multiples obstacles, similaires ou différents, qu'il doit déjouer, afin d'atteindre son objectif), à la constitution d'un programme d'assurance qualité détaillé (couvrant la conception, la fabrication, la mise en œuvre, l'exploitation et la maintenance des systèmes de protection et de contrôle) ainsi qu'à la définition de règles de confidentialité.

➤ Exercice d'inventaire en France : former le personnel des installations à suivre les matières nucléaires.

➤ Le Groupe des Six, une contribution internationale à la protection physique.

Faisant suite à une approche des États-Unis demandant la révision de la Convention sur la protection physique des matières nucléaires et à l'invitation de l'AIEA à une réunion d'experts, plusieurs États membres de l'Union européenne ont souhaité se rencontrer de manière informelle pour échanger leurs opinions sur la protection physique des matières nucléaires et des installations nucléaires. Ces États européens - Allemagne, Belgique, Espagne, France, Royaume-Uni et Suède - forment le Groupe des Six. Ce groupe a suggéré deux principes fondamentaux

Les situations de crise affectant les matières radioactives dans les installations nucléaires sont prévues par la loi française. Le décret du 12 mai 1981 spécifie que «dans toute circonstance, le Ministère de l'industrie peut ordonner un inventaire physique des matières et sa comparaison avec les enregistrements comptables». Un tel inventaire peut être ordonné dans des installations détenant des matières nucléaires entrant dans la catégorie I, en cas de vol, par exemple. Les exploitants doivent être capables d'établir rapidement si les matières volées proviennent de leur site. Pour tester le système au niveau respectif de l'exploitant et de l'autorité compétente, cinq exercices ont déjà été effectués. Un exercice d'inventaire est organisé sans avis préalable sur une journée choisie à l'intérieur d'une quinzaine décidée à l'avance avec l'exploitant. Il est déclenché par une télécopie émanant du centre de crise de l'autorité et distribuée au(x) centre(s) de crise du ou des exploitants concernés, et spécifiant le type de matière nucléaire ou le type d'élément recherché. Avant de procéder à l'inventaire physique proprement dit, le centre de crise de l'exploitant doit mener des actions préliminaires comme le comptage, l'identification et la vérification des scellés, des étiquettes sur les conteneurs non scellés, la mesure du poids brut, la vérification grossière de la qualité, la vérification fine de la qualité, etc.

Ces exercices doivent être effectués dans des circonstances aussi proches que possible des conditions de crise réelles. Des exercices d'une complexité croissante ont ainsi été organisés depuis 1993, impliquant successivement un

**Utiliser les menaces comme base de conception**  
Les caractéristiques des ennemis et les moyens à leur disposition, en particulier la probabilité qu'ils soient assistés par un ou plusieurs individus disposant d'un accès autorisé aux installations, les tactiques déployées par ces groupes, leur compétence technique et leur taille, ainsi que l'équipement qu'ils peuvent utiliser dans une attaque quelconque, constituent ce que l'on appelle une menace de référence. Par exemple, la menace de référence concernant le vol de matière nucléaire pourrait inclure un vol commis par une personne dans la place ou un vol commis par des personnes de l'extérieur. De même, différents types de menace pourraient être pris en compte pour faire face au sabotage d'installations nucléaires. Ces menaces pourraient inclure des actions internes ou externes. Dans le second cas, une assistance par une personne dans la place devrait être considérée.

Extrait de : *Les principes fondamentaux de la protection physique : le point de vue du groupe des Six* par L. Carnas, M. Claeys, J.-B. Fechner, A. Fontaneda González, S. Giménez González, A. Hagemann, S.-G. Isaksson, C. Price, G. Robeyns, G. Rommevaux, R. Venot et K. Wager.

prototype de fabrication de combustible, un atelier de traitement d'uranium métallique, un centre de recherche de la Défense nationale, un réacteur expérimental, un laboratoire de recherche et un site de retraitement pilote en déclassé. Pour l'année 2001, un exercice est envisagé dans un site de stockage de matières nucléaires, ce qui pose le problème de la vérification d'un nombre important d'éléments sur une période de temps très courte. Un inventaire physique impliquant simultanément deux sites différents est programmé pour l'année 2002.

Le retour d'informations de chaque exercice a permis d'identifier et d'améliorer les problèmes organisationnels : écrire des fiches réflexe annexées aux procédures des installations, dresser une liste de numéros de téléphone et de télécopie utilisés pour l'exercice, construire une base de données accessible en dehors des heures de travail, établir une procédure concernant les méthodes de communication nécessaires à la transmission de données classées, etc. De plus, les principaux incidents qui pourraient survenir en situation de crise ont été testés, et la complexité accrue des exercices a permis de développer l'état de préparation des installations ainsi que celui des autorités face à une crise réelle.

Sur ce sujet, lire *Inventaire des matières nucléaires dans une situation de crise* par J.L. Portugal et S. Zanetti.

➤ Le système de protection physique français : le concept de défense en profondeur. L'approche française de la réduction du risque d'actes de malveillance internes ou externes consiste à déterminer la sensibilité de chaque zone, et d'estimer la vulnérabilité des zones →

les plus critiques face à chaque type d'attaque. La sensibilité peut être définie par le niveau des conséquences radiologiques résultant d'une action de malveillance. Les contre-mesures sont destinées à minimiser cette sensibilité et à rendre plus difficile la réalisation de l'attaque envisagée. A cet effet, l'accent est mis sur l'approche de la défense en profondeur, organisée autour des mesures de prévention, de gestion et d'atténuation.

Les menaces sont associées au risque d'attaque et aux moyens utilisés par les personnes malveillantes. Ces moyens servent d'hypothèses de base dans les études menées pour évaluer les mesures de protection existantes ou potentielles (voir l'encadré). La prise en compte des actions de malveillance contre les installations nucléaires demande d'être capable de définir précisément les caractéristiques des menaces concernées. Afin d'apprécier la motivation et les moyens d'un ennemi, il a été décidé de collecter les informations relatives à ces formes d'action, sans tenir compte de leur potentialité de réussite. Une liste spécifique a ainsi été construite, compilant les événements relatés par les médias et les agences françaises de renseignement, ou signalés par le personnel des installations.

De plus, et depuis 1996, les autorités compétentes ont demandé aux exploitants d'utiliser un formulaire spécifique pour effectuer leurs déclarations. Ce for-

mulaire contient les éléments suivants : description et chronologie de l'incident, forme de la menace, évaluation des conséquences, actions entreprises pour éviter qu'un tel incident ne se reproduise, première analyse et retour d'expérience. Aujourd'hui, cette liste contient environ 600 incidents survenus en France et concernant des installations nucléaires.

Dans ce pays, les autorités réglementaires ont adopté une approche fondée sur les résultats, qui laisse aux exploitants la flexibilité de choisir les moyens et les mesures à prendre. Cette approche permet une meilleure adaptation aux risques qui pourraient survenir dans chaque type d'installation, et permet aux organismes de sûreté d'améliorer continuellement les techniques de protection physique. Le système de protection physique français est principalement fondé sur le concept de défense en profondeur, qui est organisé autour de la prévention, de la gestion de l'incident et de l'atténuation pour ce qui concerne le vol de matière fissile ou le sabotage d'installations nucléaires. Il prend la forme de plusieurs lignes de défense faisant appel à la fois aux aspects administratifs (comme les procédures, les prescriptions, les sanctions, les règles de contrôle d'accès, les règles de confidentialité, etc.) et aux aspects techniques (barrières multiples équipées de détecteurs et dispositifs de retardement). ■

Sur ce sujet, lire *Protection des installations nucléaires et des matières nucléaires contre des actes de malveillance* par P. Cornu, J. Aurelle et J. Jalouneix.

