

AEN Infos

Volume 25, N° 1

Juin 2007

Table des matières

AEN Infos est publié deux fois par an, en anglais et en français, par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs des articles et ne reflètent pas nécessairement les points de vue de l'Organisation ou ceux des pays membres. Les informations contenues dans *AEN Infos* peuvent être librement utilisées, à condition d'en citer la source. La correspondance doit être adressée comme suit :

Secrétariat de rédaction
AEN Infos, OCDE/AEN
12, boulevard des Îles
92130 Issy-les-Moulineaux
France
Tél. : +33 (0)1 45 24 10 12
Fax : +33 (0)1 45 24 11 12

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) est une organisation intergouvernementale qui a été fondée en 1958. Son principal objectif est d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir, par l'intermédiaire de la coopération internationale, les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques. Elle est une source d'informations, de données et d'analyses non partisane et constitue l'un des meilleurs réseaux d'experts techniques internationaux. Elle comprend actuellement 28 pays membres : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie.

Pour plus d'informations sur l'AEN, voir :
www.nea.fr

Comité de rédaction :
Thierry Dujardin
Karen Daifuku
Cynthia Gannon-Picot

Production/recherche photographique :
Solange Quarneau
Annette Meunier

Mise en page/graphiques :
Annette Meunier
Andrée Pham Van

Page de couverture : le réacteur de recherche CROCUS (École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse), prélèvement d'échantillons d'eau pour analyses (T. Foulon, CEA, France), analyses d'échantillons d'eau (C. Dupont, CEA, France), sismogramme (M. Stasiuk, Commission géologique du Canada).

Faits et opinions

L'innovation dans la technologie nucléaire 4

Radioprotection et environnement 7

Actualités

Créer un lien durable entre une installation de gestion de déchets et sa collectivité d'accueil 10

Gestion des déchets radioactifs : développement régional et adhésion des collectivités locales 13

Dossier de sûreté des dépôts de déchets radioactifs en formations géologiques profondes : où en sommes-nous ? 16

SCAP : Projet de l'AEN sur la fissuration par corrosion sous contrainte et le vieillissement des câbles 19

Le point sur l'étude probabiliste de sûreté-séisme 23

Nouvelles brèves

Base de données internationale d'expériences de physique des réacteurs (IRPhE) 26

Actualité juridique : États-Unis 27

Une nouvelle étude de l'AEN consacrée aux risques et avantages de l'énergie nucléaire 29

Nouvelles publications 30





Le besoin d'énergies propres



Lors du sommet du G8 à Heiligendamm, les dirigeants des économies les plus avancées du monde ont unanimement reconnu l'importance de lutter contre le changement climatique. S'ils ne sont pas parvenus à s'entendre sur des engagements chiffrés contraignants, des progrès réels ont néanmoins été accomplis. Les participants sont convenus notamment de poursuivre des négociations, sous les auspices de l'ONU, pour conclure, d'ici 2009, un nouvel accord international sur la politique climatique. Cet accord pourrait servir de point de départ à un texte destiné à prendre le relais du Protocole de Kyoto, qui expire en 2012, et qui serait plus largement accepté. Le projet de rassembler les pays qui émettent le plus de CO₂, dont la Chine et l'Inde, pour qu'ils se fixent une série d'objectifs nationaux de réduction des émissions prend également tournure.

Le changement climatique semble donc retenir l'attention comme jamais auparavant. Vu l'intérêt potentiel de l'énergie nucléaire pour lutter contre le changement climatique, il a été demandé à l'AEN d'apporter sa contribution à la documentation préparée pour la réunion du G8. Cette contribution peut être consultée à l'adresse www.nea.fr/html/general/press. L'article intitulé « What role for nuclear energy? » résume les principaux aspects dont les décideurs doivent tenir compte lorsqu'ils analysent la place que pourrait occuper l'énergie nucléaire dans leur parc énergétique.

Dans ce contexte, de nombreux pays envisagent d'entreprendre un programme nucléaire ou d'en augmenter la puissance installée. Dans tous les cas, les pays membres de l'AEN sont fermement convaincus que tout pays ayant choisi d'exploiter l'énergie nucléaire doit le faire avec sérieux et rechercher l'excellence en matière de sûreté. Le programme de l'AEN



en sûreté et réglementation nucléaires a notamment pour objectifs d'identifier les grandes tendances et sujets susceptibles d'avoir un impact sur la sûreté des installations nucléaires et d'anticiper les questions qui risquent d'influer sur cette sûreté. Les travaux menés par l'Agence sur la gestion du vieillissement concourent à cet objectif. L'article page 19 qui décrit le projet de l'AEN sur la fissuration par corrosion sous contrainte et le vieillissement des câbles illustre un moyen d'y parvenir.

Dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs, les pays membres travaillent activement et s'intéressent de plus en plus aux préoccupations et questions du public à ce sujet. Les travaux du Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) et du Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC) en sont un parfait exemple (voir articles pages 10 et 13).

Ce sont là quelques aperçus de la façon dont l'AEN met tout en œuvre pour que l'énergie nucléaire reste une forme d'énergie propre, abordable et sûre, conditions indispensables pour qu'elle puisse contribuer au bien-être des générations présentes et futures.

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Luis E. Echávarri'.

Luis E. Echávarri
Directeur général de l'AEN

L'innovation dans la technologie nucléaire

E. Bertel *

Le nucléaire doit sa réussite à l'innovation. Son avenir en dépendra également. Des systèmes d'innovation efficaces seront nécessaires pour poursuivre l'exploitation et la maintenance des systèmes nucléaires actuels dans des conditions sûres et rentables et parvenir aux objectifs des projets destinés à concevoir et mettre en œuvre les systèmes avancés du futur. D'où l'intérêt d'analyser les systèmes d'innovation pour en dégager les caractéristiques et améliorer leurs performances dans le secteur nucléaire.

De nombreuses études ont été consacrées, notamment dans les pays membres de l'OCDE, aux processus d'innovation nationaux et internationaux tant les pouvoirs publics sont conscients de l'intérêt de s'appuyer sur le retour d'expérience pour renforcer leurs systèmes d'innovation.

Malgré cela, jusqu'à aujourd'hui ni l'innovation dans le secteur de l'énergie nucléaire en général, ni ses spécificités n'ont fait l'objet d'analyses approfondies. La nouvelle étude publiée au début de 2007 par l'AEN sous le titre *Innovation dans la technologie nucléaire* passe en revue et analyse les systèmes d'innovation nucléaire à partir des rapports communiqués par les différents pays membres et les études de cas.

Champ de l'étude et approche adoptée

L'étude consiste à analyser les performances des systèmes d'innovation dans le secteur nucléaire à partir des descriptions fournies dans les rapports nationaux et des études de cas. L'innovation y est définie comme le processus qui s'étend de la phase



de recherche jusqu'à la diffusion à grande échelle d'un produit, en passant par les phases de démonstration et de déploiement initial. Le résultat de l'innovation est un produit nouveau ou sensiblement amélioré ou un procédé introduit avec succès sur le marché et apportant un bénéfice social et/ou économique.

Le retour d'expérience que l'on a pu tirer de 11 rapports nationaux et 23 études de cas a été dépouillé de manière systématique en fonction de dix éléments, ou indicateurs, particulièrement adaptés à la mesure des performances des systèmes d'innovation. Ces éléments sont les suivants :

- demandes du marché pour des produits innovateurs ;
- ressources humaines disponibles pour les programmes d'innovation ;
- ressources financières susceptibles d'être affectées à des programmes d'innovation ;
- intrants physiques, tels que matériaux, services et équipements, consacrés à l'innovation ;
- accès des innovateurs à la science, aux technologies et aux meilleures pratiques commerciales ;
- aptitude et propension à innover de l'entité qui entreprend un programme d'innovation ;
- présence d'institutions et de mécanismes de soutien adaptés à l'innovation ;
- réseaux, collaborations et groupes à la disposition des innovateurs ;
- aptitude des mécanismes du marché à diffuser largement des produits de l'innovation ;
- environnement de l'entreprise au moment du déploiement des produits de l'innovation.

L'évaluation des contributions respectives de chaque élément à la réussite ou à l'échec des processus d'innovation évalués permet d'identifier les meilleures pratiques et de comprendre les raisons pour lesquelles certains mécanismes ont échoué.

Programmes d'innovation nucléaire

Les programmes de recherche et développement dans le domaine de l'énergie nucléaire recouvrent non seulement la conception de nouveaux systèmes et filières, mais aussi l'amélioration des centrales nucléaires et installations du cycle du combustible existantes. L'effort d'innovation peut porter sur ces deux domaines.

* Mme Evelyne Bertel (evelyne.bertel@oecd.org) travaille dans la Division du développement nucléaire de l'AEN.

En général, les programmes de R-D destinés à perfectionner des technologies et installations existantes sont entrepris sous la houlette de l'industrie. L'innovation, dans ce type de programmes, doit servir, par exemple, à améliorer le comportement des matériaux dans les milieux hostiles, le rendement des procédés, ou à adapter des moyens de modélisation.

Les programmes d'innovation dont l'objectif est de mettre au point des réacteurs et cycles du combustible évolutifs, c'est-à-dire présentant des améliorations progressives par rapport aux systèmes nucléaires existants, peuvent être entrepris en collaboration par l'industrie et des établissements ou laboratoires publics. L'innovation, dans ce cas, relève principalement de l'adaptation technologique, mais elle peut aussi exiger d'entreprendre des recherches fondamentales afin d'identifier diverses solutions techniques permettant notamment d'obtenir de meilleurs résultats économiques ou de mieux exploiter les ressources.

Les programmes de R-D consacrés à la conception et la mise au point de filières entièrement nouvelles de réacteurs ou de filières innovantes sont le plus souvent entrepris dans des cadres multinationaux sous la direction d'organismes publics. C'est ainsi que plusieurs pays ont lancé récemment des programmes nationaux et internationaux destinés à définir les objectifs et la feuille de route du développement de technologies nucléaires novatrices. Le Forum international Génération IV (GIF) et le Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (INPRO) en sont des exemples.

L'innovation joue un rôle capital dans les programmes aux objectifs très ambitieux qui exigent la mise au point de concepts et systèmes entièrement nouveaux. À titre d'exemple, on aura besoin de solutions innovantes pour mieux exploiter les ressources naturelles et limiter les flux de déchets, éviter toute répercussion hors site d'un accident, même grave, améliorer les marges concurrentielles des systèmes nucléaires, pénétrer sur les marchés autres que ceux de l'électricité, limiter les risques de prolifération des armes nucléaires et renforcer la protection physique des installations nucléaires.

Spécificités de l'innovation dans le secteur nucléaire

Les spécificités du secteur de l'énergie nucléaire ont marqué de leur empreinte les schémas de développement de l'énergie nucléaire et les systèmes d'innovation qu'ont adoptés les différents pays pour mener les travaux de R-D dans ce domaine. On peut regrouper en quatre grandes catégories les caractéristiques de l'énergie nucléaire : forte dépendance vis-à-vis des connaissances scientifiques et du savoir-faire technologique, marché avec un faible nombre de transactions représentant des montants élevés, risque financier élevé mais de faibles coûts de production marginaux

et besoin d'un cadre juridique et réglementaire stable avec un contexte politique prévisible.

Bien que variant avec les schémas de développement nucléaire (qui peuvent être autonomes, reposer sur des transferts et adaptations technologiques ou dépendre de l'étranger), les systèmes d'innovation adoptés par les différents pays ont tous, dans une certaine mesure, bénéficié de l'aide de l'État et de la coopération internationale, du moins dans les premiers temps.

Les principaux moteurs de l'innovation que l'on a pu relever dans les rapports nationaux et études de cas peuvent être résumés de la manière qui suit :

- le marché, c'est-à-dire la recherche de la compétitivité et la volonté d'augmenter ses parts de marché ;
- l'évolution des politiques, et notamment l'adaptation à des objectifs d'ensemble tels que la protection de l'environnement ou la recherche de l'adhésion sociale ;
- la technique, dont la mise au point de matériaux plus avancés, de nouveaux outils informatiques ou d'équipements plus perfectionnés, l'amélioration du rendement ou de l'efficacité des techniques de gestion.

Les principaux acteurs de l'innovation nucléaire sont les instances gouvernementales, les établissements ou laboratoires publics menant des programmes de recherche et les fournisseurs de matériaux, d'équipements et de services. Les utilisateurs finals des produits, au premier rang desquels les entreprises d'électricité, peuvent également jouer un rôle important.

Les instances gouvernementales sont impliquées directement dans l'innovation nucléaire par le biais de ses décisions de lancer des programmes nationaux de R-D ou de soutenir la recherche fondamentale. Elles le sont aussi indirectement lorsqu'elles définissent les priorités des politiques énergétiques nationales ou établissent les infrastructures et régimes réglementaires. Dans le domaine de l'énergie nucléaire, les autorités de sûreté et les organismes chargés de la radioprotection et de la gestion des déchets radioactifs par exemple, ont une influence capitale car ils définissent le cadre de l'innovation.

Pour la mise en œuvre des programmes d'innovation, la responsabilité repose essentiellement sur ceux qui mènent des travaux de R-D. Dans le cas d'une technologie parvenue à maturité comme l'énergie nucléaire, les centres de recherche recouvrent un éventail d'établissements publics et privés qui vont du laboratoire universitaire jusqu'à la filiale d'une entreprise industrielle. La coopération et la coordination entre les divers acteurs est l'une des clés de l'efficacité, mais aussi de la réussite finale des processus d'innovation.

Les fournisseurs qui vont de la petite entreprise locale spécialisée dans des produits ou technologies particulières à des grandes entreprises multinationales,

jouent un rôle primordial dans le processus d'innovation parce qu'elles proposent des solutions innovantes pour résoudre des problèmes spécifiques et qu'elles sont une passerelle entre la R-D effectuée et la réalité du marché. Pour ces fournisseurs, les contraintes de la concurrence sur le marché et les droits de la propriété industrielle sont des facteurs importants qui risquent de restreindre les coopérations entre les différents acteurs dans le cadre d'un programme d'innovation.

Bien qu'elles soient les ultimes destinataires de l'innovation nucléaire, les entreprises d'électricité ne soutiennent pas nécessairement l'innovation. Sur les marchés libéralisés notamment, elles ont tendance à préférer des systèmes qui ont fait leurs preuves et offrent des garanties de fonctionnement. Elles ont néanmoins contribué à certains programmes d'innovation, sur la gestion de la durée de vie des installations, entre autres. Des initiatives telles que la publication des spécifications des électriciens peuvent guider les innovateurs dans leurs recherches en les informant sur les caractéristiques que les entreprises exigent des produits finals.

Causes de la réussite ou de l'échec des processus d'innovation

Bien que le développement et le déploiement de l'énergie nucléaire puissent être, dans l'ensemble, considérés comme l'issue réussie d'un processus d'innovation, certaines approches de l'innovation dans ce même secteur ont, elles, connu des sorts plus mitigés. La variabilité des performances des programmes d'innovation s'explique par de nombreuses causes communes à diverses technologies, mais certaines causes sont spécifiques au nucléaire.

Les caractéristiques économiques du produit résultant du processus d'innovation sont un élément capital de la réussite. Un produit qui ne serait pas concurrentiel par rapport aux autres produits déjà sur le marché est voué à l'échec au stade du déploiement. Dans le cas de la technologie nucléaire, cet échec pourrait résulter soit du procédé lui-même, soit du contexte et notamment de la faiblesse des prix des combustibles fossiles.

La réussite du déploiement d'un produit innovant nécessite au préalable que ce produit réponde à la demande du marché. D'où l'importance d'effectuer en amont une analyse des besoins du marché et de la concurrence éventuelle de façon à évaluer les chances de voir le produit adopté par les utilisateurs.

La gestion de projet joue un rôle primordial à toutes les étapes du programme d'innovation dans la mesure où elle permet de vérifier que les objectifs et la portée du projet sont bien définis et maîtrisés, que le budget et le calendrier sont respectés et que la sélection en aval des options est bien effectuée au moment opportun.

D'importants changements du contexte politique et économique global peuvent compromettre forte-

ment la réussite des programmes d'innovation, en particulier dans le secteur de l'énergie nucléaire où les délais nécessaires à la conception et au développement de nouveaux produits ou processus dépassent normalement une dizaine d'années.

Conclusions

Il est vital d'innover pour pouvoir exploiter efficacement et en toute sécurité les centrales nucléaires et les installations du cycle du combustible en service aujourd'hui, mais aussi pour développer et déployer les prochaines générations de systèmes nucléaires. La majorité des pays intéressés par l'option nucléaire mènent des programmes de R-D dans ce domaine et ont mis en place des systèmes d'innovation dynamiques pour concevoir et déployer un jour des réacteurs et cycles du combustible innovants.

Le regain d'intérêt des décideurs pour l'option nucléaire qu'ils perçoivent comme un moyen de parer aux problèmes de la sécurité d'approvisionnement et du changement climatique crée un climat favorable au lancement de programmes d'innovation. S'ils s'appuient sur l'expérience passée, ces programmes peuvent réussir à concevoir, mettre au point et déployer des systèmes nucléaires conformes aux objectifs du développement durable.

Les enseignements tirés des programmes d'innovation antérieurs peuvent être exploités pour améliorer l'efficacité des futurs programmes. L'analyse du retour d'expérience met en effet en lumière les causes de défaillance ainsi que les meilleures pratiques. Si les circonstances nationales et locales jouent, il n'en reste pas moins que les principaux facteurs de la réussite d'un projet innovant sont les mêmes partout.

La coopération et la coordination des divers acteurs sont capitales pour la réussite de l'innovation. Toutes les parties intéressées, et notamment les établissements de recherche, les acteurs industriels, les autorités de contrôle et la société civile peuvent y contribuer. Toutefois l'État a un rôle d'initiateur primordial, notamment pour les projets de longue haleine aux objectifs très ambitieux.

Parce qu'ils décident de la politique énergétique nationale et établissent ainsi le contexte d'un éventuel déploiement des produits et processus innovants, les gouvernements ont un rôle capital à jouer. En outre, ils sont les seuls à pouvoir créer des conditions juridiques et réglementaires stables propices au lancement et à la réussite des programmes d'innovation.

Les organisations internationales comme l'AEN peuvent contribuer à améliorer l'efficacité des politiques et des programmes d'innovation nationaux par les échanges d'information, la collaboration multilatérale et les entreprises communes qu'elles favorisent et l'assistance technique qu'elles offrent pour la gestion des programmes d'innovation. Le Secrétariat technique que l'AEN assure dans le cadre de programmes multinationaux tels que le GIF est un exemple concret de sa contribution à l'innovation nucléaire. ■

Radioprotection et environnement

G. Brownless *

Sur la question de la protection radiologique de l'environnement, les radioprotectionnistes se départagent entre ceux qui estiment qu'il n'y a rien à faire de plus et ceux qui pensent qu'il faut agir. Pourtant les deux camps sont globalement d'avis que l'environnement est bien protégé. Alors pourquoi y a-t-il débat ?

La protection radiologique de l'environnement repose sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) qui professe aujourd'hui que les mesures prises pour protéger l'homme des rayonnements assurent une protection suffisante aux autres espèces du fait que l'homme vit dans le même environnement et mange des aliments qui en proviennent. Suivant ce principe, la contamination d'une partie de l'environnement aurait des répercussions sur l'homme et entraînerait nécessairement l'adoption de mesures pour la maîtriser.

Depuis une dizaine d'années, les discussions se multiplient sur cette conception qui a d'ailleurs été au centre d'un atelier de l'AEN (AEN, 2003), et l'on ressent chez les spécialistes le besoin de revenir sur la question. Deux arguments principalement plaident pour la création d'un système de protection radiologique de l'environnement :

- i) À l'heure actuelle, il est difficile de démontrer que le système de protection fonctionne parce qu'il n'évalue pas directement le mal infligé à d'autres espèces que l'homme.
- ii) Il existe des parties de l'environnement qui peuvent rester isolées de l'homme. Leur contamination n'aurait donc pas forcément d'effet sur l'exposition de l'homme et pourrait ainsi échapper au système de protection. Il s'agirait, par exemple, d'une contamination qui s'accumulerait au fond d'un grand lac profond.

On peut à juste titre répliquer qu'il y a normalement quelques hommes au moins à proximité des

installations nucléaires qui ne sont généralement pas situées à l'écart de toute civilisation. De ce point de vue, les parties de l'environnement qui pourraient échapper au système de protection sont rares (voire inexistantes ?), quand bien même la radioactivité peut parcourir des distances importantes et persister. D'où le paradoxe décrit ci-dessus d'une situation où l'on est d'accord pour dire que l'environnement est bien protégé des sources anthropiques de rayonnements sans s'entendre sur la nécessité ou non d'en faire davantage.

Tous les pays membres de l'AEN se sont dotés d'une législation de la protection de l'environnement. Toutefois, devant les manifestations d'intérêt pour le sujet, la CIPR a créé un comité chargé de la question et la Commission européenne a financé d'ambitieux projets de recherche (CE, 2004 ; CE, 2007). L'AIEA travaille également sur le sujet (voir, par exemple, AIEA, 2002) et plusieurs pays membres de l'AEN ont mis au point leurs propres méthodes d'évaluation. Jusqu'à présent, on s'est globalement intéressé aux fondements éthiques de cette protection et à la création de boîtes à outils pour évaluer les atteintes à l'environnement. L'AEN n'est pas en reste. Outre l'atelier mentionné, son Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) a étudié les concepts et évolutions du droit dans ce domaine (AEN, 2007) et, lors de sa session annuelle au mois de mai 2007, a entrepris de débattre de la question en s'appuyant sur deux documents de réflexion, l'un consacré aux questions stratégiques, l'autre à la comparaison entre les réglementations sur les produits chimiques et sur les substances radioactives.

Questions stratégiques : que recouvre exactement le concept de protection de l'environnement ?

Il convient à ce stade de s'intéresser à la signification du concept de « protection de l'environnement » et à l'importance de cette question à première vue théorique. En fait, la simplicité apparente de cette question a été démentie par une récente étude de l'AEN sur la protection radiologique de l'environnement qui a révélé l'absence de conception claire de ce que représente cette protection dans la réalité (AEN, 2007).

* M. George Brownless (george.brownless@oecd.org) travaille dans la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN.

La Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, par exemple, stipule que les États doivent prendre « ... toutes les mesures... qui sont nécessaires pour prévenir, réduire et maîtriser la pollution du milieu marin, quelle qu'en soit la source... », une déclaration semble-t-il inconditionnelle. Il convient toutefois de la replacer dans le contexte d'une convention qui définit le droit des nations à exploiter les ressources de la mer et les pêcheries. Une lecture plus approfondie montre que la pollution y est définie comme une cause de dommage. Mais alors, qu'est-ce qu'un dommage ? Est-ce la présence d'une substance dans l'environnement ou est-ce la présence de cette substance en quantité suffisante pour tuer des poissons, par exemple ? Par conséquent, la question apparemment théorique posée ci-dessus est en fait très importante puisque, en fonction de la réponse dans cet exemple, on pourra être en violation d'une convention internationale ou non.

L'AEN est parvenue à la conclusion que protéger l'environnement consiste essentiellement à trouver le juste équilibre entre le dommage environnemental (et humain) et les avantages de l'activité en question. Suivant le point d'équilibre, on financera des programmes de protection de l'homme et de l'environnement ou, le cas échéant, on interdira l'activité. La figure ci-dessous en est une illustration schématique sur laquelle sont portées les expressions les plus usitées en matière de protection (avec une certaine subjectivité toutefois). Cette figure révèle aussi comment l'intérêt croissant pour l'environnement au cours des dernières décennies a déplacé le point d'équilibre. La charge de la preuve, qui exigeait auparavant de prouver l'existence d'un dommage pour qu'il soit mis fin à une activité impose aujourd'hui de démontrer l'innocuité ou les faibles risques associés à une activité pour que cette

dernière soit autorisée. Le document de réflexion du CRPPH qui compare les réglementations relatives aux produits chimiques et aux substances radioactives parvient à des conclusions analogues.

La réflexion récente sur la radioprotection de l'environnement a pour ainsi dire éludé la question de la nature de la protection de l'environnement en se focalisant sur les atteintes subies par les espèces autres que l'homme. Cette question sera abordée dans les paragraphes qui suivent, où les évolutions et divers aspects de ce domaine de la radioprotection seront décrits.

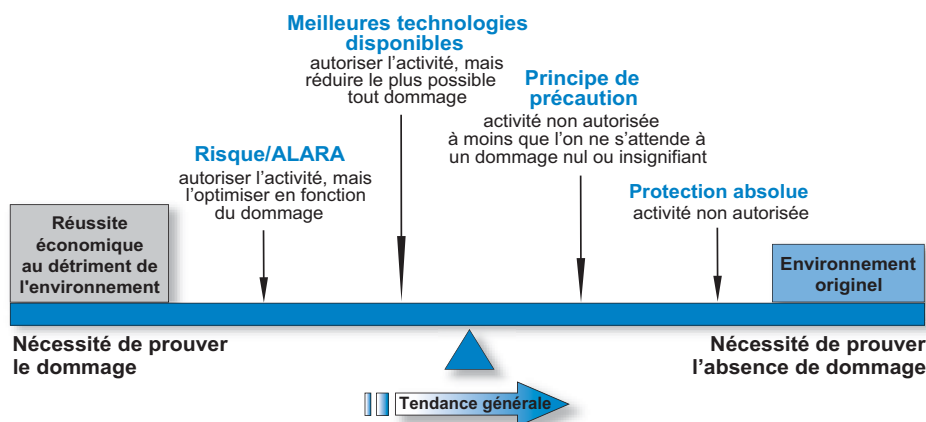
Protection des espèces autres que l'homme

En matière de protection des espèces autres que l'homme, deux problèmes surtout se posent :

- i) le niveau de protection à assurer (question analogue à celle posée à la section précédente) ; et
- ii) l'existence d'outils permettant d'évaluer le dommage.

De l'avis général (cette opinion n'est toutefois pas partagée par tous), il vaut mieux, dans la plupart des cas, assurer une protection globale d'un écosystème, par exemple, plutôt que de protéger un animal ou un végétal particulier. L'étude de l'AEN adhère dans l'ensemble à cette démarche holistique, dans la mesure où la protection de l'environnement est définie dans la loi. Or les écosystèmes sont des systèmes très compliqués, non linéaires. C'est pourquoi, la plupart, si ce n'est l'intégralité, des démarches proposées pour la radioprotection des espèces autres que l'homme s'intéressent à des animaux ou végétaux de référence. En substance, une méthode pratique d'évaluation des atteintes subies par un écosystème consistera à étudier des parties choisies de

Arbitrages et protection de l'environnement : évolution dans le temps



La tendance générale devrait s'interrompre, voire s'inverser un peu pour l'énergie nucléaire à mesure que monteront les inquiétudes suscitées par le changement climatique de la planète et la sécurité d'approvisionnement énergétique. Les pressions dues à la mondialisation pourraient aussi modifier les priorités. Le développement durable n'apparaît pas sur le schéma ; le concept est en effet utilisé aujourd'hui de manière diverse si bien que sa situation sur la règle varie¹.

cet écosystème dans l'espoir qu'en protégeant ces parties on protégera l'ensemble. Mais comment les choisir ? Quelles sont les espèces critiques ? Doit-on les protéger au niveau de l'individu, de la communauté ou de la population ? Dans leur cycle de vie, quel est le stade critique ? Il existe en fait de multiples indicateurs entre lesquels choisir. Bien que l'on ait beaucoup travaillé sur ces questions à l'UNSCEAR et à la Commission européenne, par exemple, il s'agit là probablement de l'aspect le plus controversé de la radioprotection des espèces autres que l'homme, que la CIPR a d'ailleurs entrepris d'étudier.

Grâce aux récents travaux des pays membres de l'AEN et aux activités entreprises sous l'égide de la Commission européenne, la situation est aujourd'hui bien meilleure pour ce qui est des outils d'évaluation. Il y a dix à quinze années, il aurait été très difficile d'établir un lien entre la concentration d'une substance radioactive dans un milieu et la dose de rayonnements reçue par un animal ou un végétal, car l'on ne pouvait pas alors se procurer facilement les modèles nécessaires. Ce n'est plus le cas aujourd'hui où il existe des applications logicielles téléchargeables pour effectuer ces calculs dont, par exemple, l'outil ERICA (CE, 2007). Certes, les hypothèses utilisées sont nombreuses, mais c'est souvent le cas dans les modèles environnementaux. La principale faiblesse de ces outils tient probablement aux corrélations entre la dose et l'effet², car certaines espèces sont plus sensibles aux rayonnements que d'autres. Les bases de données existantes (CE, 2004 et CE, 2007, par exemple) révèlent d'ailleurs que les résultats expérimentaux qui établissent le lien entre la dose et le dommage comportent des lacunes et des incertitudes.

Étapes ultérieures

Le Comité n° 5 de la CIPR chargé de la protection de l'environnement s'intéresse actuellement à la protection des espèces autres que l'homme et publiera les fruits de sa réflexion sur les quatre années à venir (l'AEN s'est vue accorder le statut d'observateur à ce comité). Parallèlement, un projet du nom de PROTECT, lancé sous l'égide de la Commission européenne, cherche à concevoir des normes de radioprotection de l'environnement. L'AIEA s'est dotée d'un groupe de coordination sur le sujet. Le Secrétariat de l'AEN prendra part aux travaux de ces deux instances. À l'AEN, le Comité de protection radiologique et de santé publique pourrait aussi organiser un atelier afin d'examiner les stratégies envisageables pour traiter ce sujet ou établir un groupe d'experts qui assure la coordination avec la CIPR.

Pratiquement, plusieurs pays membres ont l'intention de construire des centrales nucléaires dans les années qui viennent, ce qui implique la réalisation d'études d'impact sur l'environnement (exigées dans la plupart, si ce n'est la totalité, des pays mem-

bres). Pour revenir à la figure, il est fort probable que la protection de l'environnement conservera la même priorité dans les années à venir. En d'autres termes, la charge de la preuve concernant l'atteinte à l'environnement reviendra aux auteurs de la proposition de construire la centrale. Quelle est alors la meilleure manière de s'en acquitter ? Si l'on possède désormais des outils, le système actuel de radioprotection n'est pas bien placé pour répondre à cette demande car, même s'il protège l'environnement, il ne possède ni les instruments ni la structure pour le prouver. C'est pourquoi, il conviendrait de réfléchir sérieusement aux moyens de le faire évoluer pour pouvoir démontrer facilement que l'environnement est bel et bien protégé, car la question ne manquera pas d'être posée. Comme les défauts réels du système actuel semblent bénins, la priorité devrait être accordée à la recherche d'une solution qui sera à la fois efficace et peu coûteuse. Un débat ouvert sur le sujet sera probablement le meilleur moyen d'y parvenir, et conduira au développement d'une réponse consensuelle qui ne donnera que plus de poids à la conclusion finale. ■

Notes

1. Les laboratoires de recherche de Greenpeace et leurs associés en ont fait le constat dans un article (voir Johnston, 2007).
2. La dose est nécessaire à un stade ou à un autre étant donné qu'un animal vivant dans un terrier, par exemple, ne sera pas exposé de la même manière qu'un animal vivant dans un arbre. En principe, toutefois, la dose peut être intégrée à un modèle informatique de sorte que l'utilisateur n'ait plus qu'à entrer des concentrations d'activité pour obtenir les effets.

Références

1. AEN (2003), *Protection radiologique de l'environnement : Rapport de synthèse des questions-clés*, ISBN 92-64-28497-4, OCDE/AEN, Paris.
2. AEN (2007), *Le droit de la protection radiologique de l'environnement : État des lieux*, ISBN 978-92-64-99001-2, OCDE/AEN, Paris.
3. AIEA (2002), *Ethical considerations in protecting the environment from the effects of ionising radiation*, IAEA-TEC-DOC-1270, ISSN 1011-4289, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne.
4. CE (2004), *FASSET Cadre de l'évaluation de l'impact environnemental. 5^e Programme-cadre de la CE, Rapport final, mai 2004*, Contrat FIGE-CT-2000-00102, Commission européenne, Bruxelles.
5. CE (2007), *D-ERICA: An integrated approach to the assessment and management of environmental risks from ionising radiation – Description of purpose, methodology and application*, Contrat FI6R-CT-2004-508847, Commission européenne, Bruxelles.
6. CIPR (1991), *Recommandations 1990 de la Commission internationale de protection radiologique*. CIPR Publication 60, Ann ICRP 21(1-3).
7. Johnston (2007), Johnston P, Everard M, Santillo D et Robert K-H, « Reclaiming the Definition of Sustainability », *Environmental Science and Pollution Research*, 14(1), p. 60-66, 2007. ISSN 0944-1344 (papier), 1614-7499 (en ligne).
8. PROTECT (site Internet du projet), Protection of the environment from ionising radiation in a regulatory context, EC Euratom 6th Framework Programme: Contract No. FP6-036425, site Internet : www.ceh.ac.uk/protect/.

Créer un lien durable entre une installation de gestion de déchets et sa collectivité d'accueil

Valeur ajoutée à travers la conception et les processus

C. Mays, C. Pescatore *

Assurer une gestion sûre des déchets radioactifs à long terme présente des défis particuliers. Le principal de ces défis consiste souvent à réaliser à l'échelle locale une installation capable de remplir cette mission sur plusieurs générations. Pour ce faire, il faut que plusieurs conditions soient remplies : connaissances scientifiques et expertise technique, ressources pour mettre en œuvre la démarche convenue et volonté permanente d'accepter de vivre près d'une telle installation et de la maintenir en état. La qualité de vie de la collectivité d'accueil et l'aptitude de la société à veiller à l'avenir sur les déchets dépendent toutes deux de l'instauration d'un lien durable entre la collectivité d'accueil et l'installation.

Comme l'installation de gestion des déchets radioactifs et son site sont amenés à rester dans la collectivité d'accueil pendant de très nombreuses années, il faut qu'une relation constructive et positive soit établie avec ceux qui y résident aujourd'hui et ceux qui y résideront demain. En résumé les concepteurs de l'installation en question doivent s'efforcer de l'adapter, par sa conception, aux besoins actuels des habitants ainsi qu'à leurs ambitions et souhaits et doivent prévoir la possibilité de la modifier sans engager trop de frais pour satisfaire aux besoins et désirs des générations futures. Une installation qui dérange ou inquiète les résidents ou les visiteurs sera au mieux tolérée, mais ne sera pas acceptée ou

sera même rejetée par la collectivité. Il s'agit donc de concevoir et de réaliser une installation (et son environnement) qui ne soit pas seulement acceptée mais qui s'intègre réellement à la vie locale, voire devienne un objet de fierté pour la collectivité.

Le Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC) de l'AEN a publié un rapport qui étudie comment parvenir à mieux intégrer une installation dans sa collectivité d'accueil et la rendre intéressante pour plusieurs générations. Le Forum a examiné les caractéristiques de conception qui seraient sources de valeur ajoutée pour la localité et la région à court et à long terme.

En règle générale, les avantages pouvant être tirés localement d'une installation de gestion des déchets radioactifs sont examinés sous l'angle des taxes perçues par la collectivité locale d'accueil et de l'ensemble des mesures de développement socioéconomiques dont celle-ci bénéficie (création d'emplois ou d'infrastructures, par exemple). Toutefois, en dehors des avantages classiques et des montants versés pour l'utilisation du terrain, peu d'études ont examiné de quelle autre manière la présence d'une installation pouvait contribuer à accroître la qualité de vie à l'échelle locale et régionale. Or, il peut s'agir d'une opération aussi simple et relativement peu coûteuse que l'application d'une peinture spéciale sur le bâtiment (comme cela s'est fait sur le site de Vandellós-1 en Espagne pour permettre à l'installation de mieux s'intégrer au paysage) ou d'un processus complexe mais enrichissant consistant à mettre sur pied des procédures d'association des collectivités locales à la conception d'un projet de gestion intégrée des déchets radioactifs (comme la formule de « partenariat local » adoptée en Belgique).

* Mme Claire Mays (claire.mays@oecd.org) est consultante auprès de l'AEN. M. Claudio Pescatore (claudio.pescatore@oecd.org) travaille dans la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN.

La valeur ajoutée sur le plan culturel ou de l'agrément

Au premier siècle avant Jésus-Christ, l'architecte romain classique Vitruve énonçait en quoi consistait une bonne architecture. Il affirmait qu'une structure doit présenter trois qualités : *firmitas*, *utilitas* et *venustas* : à savoir solidité ou durabilité, utilité et beauté. Ce sont aussi les qualités que l'on peut rechercher en bâtissant une installation de gestion des déchets radioactifs aussi bien sur le plan de la structure des bâtiments que pour ce que cette installation peut apporter à la collectivité locale.

Le FSC a étudié comment concevoir et réaliser des installations selon des méthodes conférant une valeur ajoutée culturelle et d'agrément à la collectivité locale et au-delà. Par valeur culturelle et d'agrément, on entend tout ce qui peut augmenter agréablement la qualité de vie, en apportant des caractéristiques telles que originalité, esthétique, commodité et portée symbolique, ou en donnant des occasions aux résidents et aux visiteurs de se rencontrer, d'apprendre, de se détendre, de s'amuser, ou encore en contribuant à améliorer à l'échelle locale le niveau d'éducation, la définition de l'image ou la capacité à résoudre des problèmes, entre autres.

Un certain nombre d'éléments fondamentaux de conception qui favorisent l'instauration d'un lien durable entre l'installation et sa collectivité d'accueil ont été mis en évidence en analysant les contributions de 32 parties prenantes (interviews, questionnaires) ainsi que l'expérience du FSC. Ces éléments comportent des caractéristiques fonctionnelles, culturelles et physiques. Ces caractéristiques tendent à maximiser les chances d'une installation d'être « adoptée » par les membres de la collectivité d'accueil, en s'intégrant, en s'adaptant et de surcroît, en contribuant directement au mode de vie local. Le rapport contient des tableaux récapitulant les caractéristiques de conception, leur valeur ajoutée potentielle pour la collectivité ainsi que les stratégies envisageables pour réaliser les caractéristiques souhaitées.

La valeur ajoutée dérivée des caractéristiques d'ordre fonctionnel, culturel et physique

Les fonctions se rapportent aux différents usages auxquels l'installation peut être destinée. L'installation de gestion de déchets radioactifs doit répondre à son principal objectif, qui est d'assurer la gestion à long terme des déchets radioactifs, dans des conditions de sûreté et de sécurité. Une conception *multi-fonctionnelle* bien pensée peut apporter de la valeur ajoutée, en autorisant en parallèle d'autres usages adéquats qui présentent un intérêt direct pour les résidents et les visiteurs (par exemple des jardins publics avec des activités de loisir). De même, d'autres utilisations parallèles des installations de gestion de déchets radioactifs peuvent générer une valeur ajoutée scientifique. Des expériences sur la microgravité

sont menées dans le laboratoire souterrain de mine de Tono au Japon. Les services de laboratoire de l'installation El Cabril en Espagne et du WIPP aux États-Unis sont mis à disposition pour l'analyse et la surveillance de l'environnement à l'échelle régionale. De plus, lorsque l'on crée une nouvelle installation, il convient de prévoir la fin de sa durée de vie utile. Si l'on n'anticipe pas les besoins futurs, il y a des chances pour que l'installation se transforme en fardeau pour la collectivité. Une installation adaptable et flexible peut rendre des services et apporter des satisfactions durant son exploitation et rendre possible, à un coût raisonnable, le passage à une installation entièrement dédiée à la collectivité lorsque son utilisation à des fins industrielles n'est plus de mise. L'adaptabilité et la flexibilité, ainsi qu'une planification rigoureuse pour assurer la sécurité radiologique sur le site, laisseront le champ libre à plusieurs voies d'évolution et de développement possibles.

La Déclaration universelle de l'UNESCO sur la diversité culturelle définit la culture comme « l'ensemble des traits distinctifs spirituels et matériels, intellectuels et affectifs qui caractérisent une société ou un groupe social et qui englobe, outre les arts et les lettres, les modes de vie, les façons de vivre ensemble, les systèmes de valeurs, les traditions et les croyances ». En ce sens, la culture peut être assimilée à un ensemble d'idées et de pratiques que l'on partage. La valeur culturelle réside dans les dispositions qui reflètent et renforcent les connaissances, les goûts, les aspirations, les conceptions morales ou les croyances d'une société donnée. Elle est dans tout ce qui est destiné à transmettre un patrimoine reconnu, communiquer une signification symbolique ou promouvoir des idéaux. Au rang des caractéristiques de conception d'ordre culturel, il faut mentionner l'originalité, qui signifie que l'installation est attrayante et à nulle autre pareille, et qu'elle a le potentiel de devenir objet d'admiration, de conférer une bonne réputation et d'attirer des visiteurs. Dans les caractéristiques culturelles, on trouve également la qualité esthétique et la compréhensibilité, critère selon lequel l'installation peut être rattachée à des connaissances existantes et liée à la vie de tous les jours. Autre caractéristique culturelle, la « mémorialisation » signifie que des repères physiques et culturels identifient le site et racontent son histoire, permettant aux gens de comprendre et de se souvenir de ce qui s'y trouve.

Les caractéristiques techniques assurent le niveau de protection requis (condition essentielle posée par les parties prenantes consultées pour l'étude du FSC). Les éléments de conception physiques contribuent à instaurer un sentiment de sécurité (autre attente des parties prenantes de la région et de la collectivité). Les caractéristiques de conception physiques peuvent être combinées de manière à intégrer harmonieusement l'installation dans son environnement géographique et à améliorer globalement l'agrément en augmentant son attrait et la

satisfaction générale. Par accessibilité, on entend le fait que le site et l'installation ne sont pas fermés par des barrières, mais plutôt ouverts et accueillants. Des collectivités d'accueil pressenties ont fait remarquer que si un site autorisé à fonctionner peut être librement visité, traversé ou utilisé à d'autres fins, c'est qu'il doit forcément être sûr. Il ne semble plus imposer de contraintes à l'utilisateur, ni exclure le public de façon alarmante. Il atteint l'objectif de protection sans insister sur le danger.

On ne peut pas bien sûr ouvrir au public chaque recoin d'une installation de gestion de déchets radioactifs. Les zones à accès limité pour raisons de sûreté et de sécurité n'ont pas à être conçues avec les mêmes visées d'ordre fonctionnel, culturel et physique. L'installation et le site de gestion de déchets radioactifs devront néanmoins être considérés dans leur globalité, afin de maximiser la valeur ajoutée qu'il est possible d'obtenir au prix d'un effort raisonnable.

La valeur ajoutée, fruit de la planification et du processus de mise en œuvre

Les parties prenantes qui participent activement, au niveau local, aux études techniques de sites ou qui entrent dans des relations de partenariat avec les exploitants déclarent que le processus même d'élaboration des caractéristiques souhaitées pour une installation et un site de gestion de déchets radioactifs peut apporter de la valeur ajoutée à la collectivité. Le capital social – réseaux, normes et confiance – alors accumulé prépare la collectivité à affronter d'autres décisions ou problèmes. Les parties prenantes locales peuvent aussi concentrer leurs efforts sur l'identité, l'image et le profil de la collectivité. Même lorsqu'elles ne sont pas enclines à accueillir une installation de gestion de déchets radioactifs, elles peuvent saisir l'occasion d'élaborer des indicateurs de qualité de vie et de réfléchir à l'orientation qu'elles souhaitent prendre dans les années à venir. Parmi les autres avantages à retirer figure le relèvement du niveau d'instruction dans la collectivité d'accueil, suite à l'afflux de travailleurs hautement qualifiés. Dernier point non moins important, lorsque les collectivités d'accueil exigent une formation et surveillent l'aménagement et l'exploitation du site, elles renforcent leur capacité à intervenir comme gardiens officiels et établissent ainsi une autre ligne de défense en profondeur (voir l'article page suivante).

Une réflexion dès le départ est préférable

Il faut du temps pour trouver de nouvelles idées, de nouvelles possibilités et pour déterminer où se situe l'intérêt des collectivités. Il est préférable d'engager une réflexion d'ensemble sur les aspects techniques et socio-économiques, ainsi que sur la valeur culturelle et d'agrément que peut apporter une installation de gestion de déchets radioactifs, dès les premiers stades de la planification, avant même que le choix du site d'implantation de l'installation soit

définitivement arrêté. Les informations, les concepts et les idées résultant de cette réflexion feront partie de la base sur laquelle un partenaire local s'appuiera pour décider s'il souhaite se porter candidat à l'accueil de l'installation et prendre alors activement part aux différentes phases d'implantation finale.

Les institutions ne peuvent en règle générale pas s'engager sur la forme définitive d'une installation de gestion de déchets radioactifs, ni non plus sur la destination finale de l'installation et du site, avant qu'un site précis n'ait été choisi. D'autre part, le lien entre une collectivité et une installation ou un site dépend en partie d'événements extérieurs (notamment des performances de sûreté dans les domaines du nucléaire ou de la gestion des déchets radioactifs, des attitudes et des déclarations des acteurs politiques, etc.). Néanmoins, il est possible de se préparer valablement en effectuant des études de faisabilité et des enquêtes en sciences humaines et sociales dès le début du processus décisionnel. Cette démarche est conforme à la Convention d'Aarhus de la CEE-ONU, qui a officiellement donné à de nombreux citoyens européens le droit de participer à la prise de décisions concernant leur environnement.

Conclusions

Les réalités sociopolitiques étant susceptibles de différer d'un pays ou d'une région à l'autre, les bonnes pratiques dans une région n'en seront pas forcément dans une autre. La définition exacte de « valeur ajoutée » sera particulière à chaque site, et qui plus est, à chaque collectivité locale, et elle devra être élaborée en concertation avec les parties prenantes locales. Le rapport du FSC, qui espère apporter une contribution à ce débat, présente de nombreux exemples d'initiatives prises dans divers pays et contextes industriels, sachant qu'il n'existe pas de solution « universelle ».

La valeur ajoutée culturelle et d'agrément exerce directement une influence positive sur la qualité de vie de la collectivité d'accueil. Elle peut créer des avantages socioéconomiques en augmentant l'attrait d'un lieu pour les visiteurs ou les futurs résidents. Dans le meilleurs des cas, la valeur ajoutée culturelle et d'agrément engendre un cercle vertueux : elle apporte des avantages immédiats, favorise l'établissement d'un lien continu avec l'installation et renforce la collectivité lui permettant ainsi de faire face aux défis et d'améliorer sa qualité de vie dans les années à venir. Ces gains en matière de qualité de vie contribuent également à la sûreté de l'installation à long terme, en donnant à la collectivité la capacité et la volonté de rester impliquée dans la gestion de l'installation et son site, et d'en être la gardienne pour les générations futures.

Le rapport du FSC intitulé *Créer un lien durable entre une installation de gestion de déchets et sa collectivité d'accueil* est téléchargeable sur www.nea.fr/html/rwm/fsc.html ; il est également possible d'en demander un exemplaire en écrivant à claudio.pescatore@oecd.org. ■

Gestion des déchets radioactifs : développement régional et adhésion des collectivités locales

Un atelier national et une visite d'une commune en Hongrie

J. Kotra, E. Atherton, C. Pescatore *

Le Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC) de l'AEN a tenu son sixième atelier dans un contexte national du 14 au 17 novembre 2006 à Tengelic, en Hongrie. Les discussions ont porté sur les facteurs qui concourent à la réussite ou à l'échec du choix du site d'un centre de stockage. Les enseignements tirés de l'expérience acquise en Hongrie au cours des deux décennies précédentes ont constitué la toile de fond des débats. L'atelier a notamment mis en lumière le rôle et le fonctionnement des commissions locales d'information et de suivi (CLIS).

Sous l'égide de l'Agence publique hongroise pour la gestion des déchets radioactifs (PURAM), les principales autorités institutionnelles, la population locale, les parties prenantes, 11 maires et plus de 30 délégués au FSC provenant de 12 pays ont assisté à des présentations des initiatives de la Hongrie en matière de gestion des déchets. Au total, une quarantaine de résidents volontaires ont répondu à l'in-

visitation de la PURAM, prenant sur leur temps de travail pour participer avec intérêt aux discussions organisées avec les délégués au FSC. Le programme de l'atelier comportait notamment une visite de la commune de Bátaapáti, où la PURAM construit un dépôt souterrain pour les déchets de faible et moyenne activité (FMA) à vie courte.

En Hongrie, la sûreté et la gestion des déchets radioactifs sont régies par la loi sur l'énergie nucléaire, qui prévoit que le titulaire de l'autorisation d'une installation nucléaire doit favoriser la constitution d'une commission locale d'information et de suivi, et accorder un soutien aux activités de cette dernière. La mise en place de ce type de commission a pour but de faciliter une information régulière de la population des communes se trouvant aux alentours de l'installation. La loi établit également les conditions juridiques de l'octroi d'incitations financières aux groupes de municipalités locales. Les associations peuvent affecter une partie des fonds accordés à la réalisation d'objectifs de développement régional.

Il existe quatre CLIS en Hongrie. Elles sont situées respectivement près du dépôt de subsurface pour les déchets radioactifs provenant des établissements de santé et de la recherche à Püspökszilágy, du dépôt pour les déchets FMA de la production électronucléaire, en cours de construction à Bátaapáti, de l'installation d'entreposage de combustible usé à Paks et du site envisagé pour la construction d'un dépôt de déchets de haute activité (HA) à Boda. Ces

* Mme Janet Kotra (jpk@nrc.gov) de l'Autorité de sûreté nucléaire (NRC) des États-Unis est présidente du Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC) ; Mme Elizabeth Atherton (elizabeth.atherton@nirex.co.uk), de UK Nirex Ltd, est membre du FSC ; M. Claudio Pescatore (claudio.pescatore@oecd.org) travaille dans la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN et est le secrétaire scientifique du FSC.

commissions réunissent des membres de la commune d'accueil ainsi que des communes voisines en vue de discussions avec les gestionnaires de déchets sur les problèmes d'intérêt local. Elles constituent une enceinte où les différents intervenants peuvent exprimer leurs désaccords et dégager des objectifs communs et, à ce titre, elles ont effectivement joué un rôle essentiel en rapprochant les points de vue.

L'atelier du FSC dans un contexte national et la visite de la commune

Au cours de la première journée de l'atelier, les délégués ont été informés de l'historique et de la situation du programme hongrois de gestion des déchets radioactifs. Des représentants de l'Autorité hongroise de l'énergie atomique, des sociologues et le maire de Boda ont présenté des interventions. Les délégués ont ensuite visité la ville de Bataapáti (voir description ci-après). Les deux journées suivantes ont été consacrées à des exposés de divers experts et parties prenantes hongrois sur le thème de l'atelier. Des tables rondes ont eu lieu après chaque session, permettant des échanges approfondis entre de petits groupes de délégués étrangers et des parties intéressées hongroises, avec l'aide d'interprètes. Pour chaque table ronde, un membre du FSC a ensuite résumé en réunion plénière les résultats des débats de la table.

Les participants à l'atelier ont d'abord examiné les moyens de mise en œuvre d'un plan de développement régional parallèlement à la construction de l'installation. Des chercheurs, le représentant d'une ONG et un maire local ont donné un aperçu des intérêts et des points de vue des différentes parties prenantes à l'échelle nationale, régionale et locale. Le maire de Kisnémedi, près de Püspökszilágy où le dépôt de déchets institutionnels est exploité depuis 1976, a présenté les évolutions politiques du pays et leurs effets sur les mécanismes de décision. Avant le changement de régime de 1990 en Hongrie, les autorités se contentaient d'annoncer les décisions et ne faisaient aucun effort pour savoir si les populations locales les acceptaient. Après 1990, pour pouvoir débiter le stockage des déchets de faible activité issus de la centrale nucléaire de Paks, il a fallu demander l'accord des habitants. Les autorités locales ont reçu l'autorisation correspondante, et c'est là que s'est instaurée la nouvelle pratique de « contrôle sociétal ». Un groupe de contrôle a été créé pour examiner et vérifier les données relatives aux déchets radioactifs livrés. Ce fut la première enceinte dans le cadre de laquelle les organisations de la société civile et les organismes d'Etat responsables des activités nucléaires se sont rencontrés dans des conditions de partenariat. Selon le maire, il en a résulté des relations favorables entre les collectivités locales et les entreprises nucléaires, relations qui se perpétuent de nos jours.

Les discussions de l'atelier se sont ensuite axées sur la participation locale et le développement régional. Un représentant de la centrale nucléaire de Paks a décrit comment les régions touchées étaient définies et les associations publiques créées. Un maire et des experts ont précisé les initiatives et les besoins en matière de développement régional. Un délégué de l'Agence de développement régional de Transdanubie du Sud a expliqué les échanges instaurés entre son organisme international et la compagnie d'électricité hongroise. En 2005, l'Agence a conclu avec la centrale de Paks un contrat dont l'objectif est de favoriser une participation future aux projets de l'Union européenne pour l'innovation et le développement économique. Cette agence est systématiquement conviée à participer aux activités de Paks et, en contrepartie, elle communique à la direction de la centrale toutes les informations nécessaires concernant les projets et idées susceptibles de bénéficier d'un soutien.

Enfin, les participants ont débattu des particularités de la construction d'une installation durable. Des maires ont décrit aux délégués du FSC les attentes des acteurs locaux quant à l'établissement de relations à long terme avec le gestionnaire de déchets, l'organisme de réglementation et les centres de gestion des déchets. Les questions du développement local, des besoins d'informations et des attentes concernant un contrôle et une vérification des déchets arrivant sur le site, exercés par la société civile, ont notamment été abordées. Des échanges d'idées ont eu lieu au sujet du projet de centre pour visiteurs de la PURAM à Bataapáti. Le rapport du FSC sur le renforcement de relations durables entre une installation de gestion des déchets et sa collectivité d'accueil a également été présenté.

Enseignements tirés pour ce qui est de la confiance

La visite de la commune a notamment comporté un tour de l'installation souterraine existante à Bataapáti, ainsi qu'une réunion avec le maire du village, le directeur d'école et le vice-président de la commission locale d'information. Bataapáti est un petit village d'environ 500 habitants, dont 30 % ont moins de 18 ans. C'est un village rural qui dispose toutefois de réseaux d'alimentation en eau, en électricité, en gaz et d'assainissement. Il a compté jusqu'à 1 000 habitants, dont 800 germanophones, mais ces derniers ont quitté le village en 1946. Le village aivoté et, au fil du temps, des familles originaires d'un peu partout dans le pays sont venues le repeupler. Le village a été réuni avec un autre village de la région, avant de retrouver son autonomie en 1990. Il s'est alors engagé dans des travaux de réaménagement des routes et a rouvert son école pour essayer de garder les jeunes dans la région. La réouverture

de l'école primaire qui avait été fermée pendant de longues années a permis aux enfants du village d'aller en cours près de chez eux et leur a évité un trajet quotidien de 15 km. Bon nombre des personnes du village travaillent dans le secteur viticole ou trouvent des emplois liés directement ou indirectement à la construction du dépôt. Le village de Bátaapáti est petit, mais il compte deux magasins et quatre associations. La télévision par câble permet aux habitants d'accéder non seulement à des divertissements, mais aussi à des informations détaillées sur les activités de gestion des déchets. Le FSC a constaté que de nombreuses raisons contribuaient à la confiance de la population et à son acceptation du dépôt.

Collaborant depuis une vingtaine d'années, l'Agence PURAM et la collectivité locale ont noué d'excellentes relations de travail. Le fait que des habitants soient embauchés dans l'installation favorise la confiance de la population, compte tenu des échanges quotidiens des employés avec leurs voisins. Le contrat passé entre la PURAM et le village, qui prévoit le recrutement d'un personnel local dans le dépôt de déchets, favorise l'optimisme quant à la stabilité de l'emploi à long terme dans la région et laisse penser que cette relation de confiance instaurée avec les exploitants de l'installation perdurera.

La sûreté est la préoccupation majeure de la population locale, qui a confiance dans le processus de réglementation et de délivrance d'autorisation, notamment parce que plusieurs organes y participent. Les gens pensent que le dépôt n'obtiendra son autorisation que s'il est sûr. Ils savent que les questions techniques ne sont pas de leur ressort et ils ont recours à une assistance technique indépendante. La participation active de l'Académie hongroise des sciences pour le compte de la collectivité locale est une source de confiance supplémentaire.

La population est convaincue des avantages que lui apporte l'implantation de l'installation, mais elle est également consciente des incidences possibles, au nombre desquelles figure l'augmentation de la circulation automobile liée à la construction du dépôt de déchets FMA. Il en résultera plus de nuisances sonores, de vibrations et de poussière dans la zone. Les discussions se poursuivent pour déterminer les mécanismes susceptibles de minimiser ou d'éliminer ces incidences. La construction d'une nouvelle rocade est envisagée. Par ailleurs, le dépôt fera l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement dans le cadre de laquelle ces points seront abordés.

Le fait que la population devra veiller à la sûreté future du dépôt est un autre facteur qui concourt à l'instauration de la confiance. Des habitants recevront une formation pour contrôler les déchets arrivant au dépôt et le fonctionnement du dépôt. La formation se déroulera sur une année, à l'issue de laquelle les personnes concernées auront les com-

pétences nécessaires à la réalisation du contrôle du dépôt. Les habitants prennent ainsi part au fonctionnement de l'installation, ce qui leur permet de vérifier que tout se déroule comme prévu.

Des représentants locaux défendent les intérêts des jeunes de la région, qui auront besoin de débouchés professionnels, et devront acquérir les compétences et qualifications requises pour ces emplois. La collectivité souhaite recevoir l'assurance que ses jeunes bénéficieront des possibilités d'emploi et de formation leur permettant de tirer profit de la présence du dépôt.

Enfin, la commission locale d'information met tout en œuvre pour inciter les habitants de Bátaapáti et des communes avoisinantes à débattre de leurs problèmes et préoccupations avec la PURAM. La commission joue un rôle essentiel pour rapprocher les points de vue de la PURAM et des collectivités locales.

Conclusions

Les ateliers du FSC sont réputés pour leur capacité à constituer une plateforme permettant aux participants nationaux et internationaux de tirer les enseignements des expériences de chacun. Le FSC établira les actes de l'atelier de façon à favoriser le partage – présent et futur – des connaissances acquises à cette occasion. Pour les parties prenantes hongroises, dans l'ensemble, il y a de nombreuses raisons d'être optimistes lorsque l'on considère la construction du dépôt de déchets à Bátaapáti. Cette installation sera synonyme d'emplois, d'un afflux d'argent dépensé sur place, et d'une stabilité de l'emploi à long terme dans la région. Le village devrait continuer à se développer. Le tourisme familial devrait croître dans la zone une fois que le centre pour visiteurs aura ouvert ses portes et dispensera des informations tant scientifiques qu'historiques, tout en offrant la possibilité de faire un barbecue ou un pique-nique. D'autres mesures importantes aideront à inscrire les installations de gestion des déchets prévues en Hongrie dans un contexte régional propice. En vertu des amendements apportés à la législation hongroise, les CLIS importantes peuvent participer à la planification et gérer les fonds en faveur du développement. L'Agence de développement régional de Transdanubie du Sud a signé avec la centrale nucléaire de Paks des accords qui permettent une forte synergie entre les compétences en matière de planification et la principale présence économique dans la région. Une coordination des aménagements futurs est possible ; par exemple, il est envisagé d'améliorer les liaisons de cette zone du pays avec les autres régions et la capitale en renforçant les infrastructures routières. D'une manière générale, la qualité du dialogue instauré jusqu'ici entre les parties prenantes est de bon augure pour l'avenir. ■

Dossier de sûreté des dépôts de déchets radioactifs en formations géologiques profondes : où en sommes-nous ?

B. Forinash, C. Pescatore, H. Umeki *

Les dernières années ont été marquées par une résurgence du nucléaire dans les perspectives d'évolution du bouquet énergétique mondial. Certains pays revoient leurs décisions d'abandonner progressivement cette filière, d'autres envisageant de construire de nouvelles installations. Plusieurs défis demeurent cependant dans ce paysage renouvelé, notamment celui de la gestion et du stockage définitif des déchets radioactifs, en particulier des déchets à vie longue.

L'AEN a accueilli du 23 au 25 janvier 2007, à Paris, un symposium international sur le thème « Les dossiers de sûreté des dépôts de déchets radioactifs en formations géologiques profondes : où en sommes-nous ? ». Ce symposium, organisé en coopération avec la Commission européenne et l'Agence internationale de l'énergie atomique, a permis de faire le point sur les progrès accomplis récemment et sur les défis que continuent de poser l'évaluation et la gestion de la sûreté du stockage à long terme des déchets radioactifs.

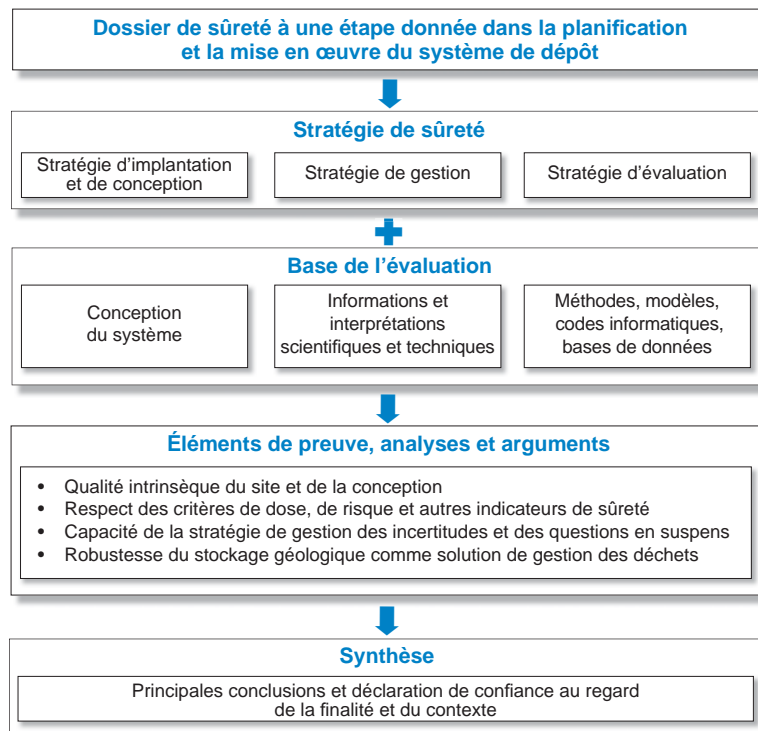
Le Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) de l'AEN joue depuis plusieurs années un rôle de premier plan en assistant les pays membres à mettre au point des stratégies de gestion des déchets radioactifs sûres, durables et largement acceptées. Le Comité a contribué à promouvoir l'idée, aujourd'hui communément admise, que l'évacuation dans les formations géologiques représente une solution éthique, adéquate et techniquement réalisable pour la gestion et le stockage à long terme du combustible usé et des déchets radioactifs à vie

longue (AEN, 1995). L'aptitude à évaluer et attester la sûreté et la durabilité d'un système de stockage longtemps après fermeture au moyen d'arguments clairs, scientifiquement établis et convaincants pour les décideurs et le public, en d'autres termes à établir un dossier de sûreté, joue un rôle clé dans cette entreprise. Le Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté (IGSC) du RWMC a pour mission de concourir à l'élaboration et la mise en œuvre du dossier de sûreté pour le stockage des déchets radioactifs.

Un dossier de sûreté est une synthèse d'éléments de preuve, d'analyses et d'arguments, présentée par les maîtres d'ouvrage à certaines étapes données de l'aménagement d'un dépôt géologique afin de quantifier et d'étayer les éléments permettant d'affirmer qu'il remplira les fonctions auxquelles il est destiné, c'est-à-dire qu'il demeurera sûr après sa fermeture et au-delà de la période de surveillance de l'installation (AEN, 2004). Un dossier de sûreté sert généralement à appuyer la prise de décision pour passer d'une étape à l'autre du processus d'aménagement d'un dépôt, mais il peut également être préparé pour éclairer l'examen de l'état d'avancement d'un

* Mme Betsy Forinash (elizabeth.forinash@oecd.org) et M. Claudio Pescatore (claudio.pescatore@oecd.org) travaillent dans la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN. M. Hiroyuki Umeki (umeki.hiroyuki@jaea.go.jp) est président du Groupe IGSC.

Vue d'ensemble des relations entre les différents éléments d'un dossier de sûreté



Source: adaptation d'AEN (2004), *Dossier de sûreté d'un dépôt en formation géologique – Nature et finalité*, OCDE/AEN, Paris.

projet, ou pour tester la méthodologie utilisée pour l'établissement des dossiers de sûreté. Sa principale fonction est donc de fournir une plateforme pour un débat éclairé grâce auquel les parties intéressées peuvent exposer et évaluer leur propre niveau de confiance dans un projet à un stade donné, et identifier les questions susceptibles de nécessiter des travaux complémentaires. Les dossiers de sûreté, ainsi que les arguments et informations qui les étayaient, sont débattus, complétés et révisés au cours du processus d'aménagement du dépôt. Ces révisions régulières devraient permettre de rendre les dossiers de plus en plus complets et convaincants et d'assurer un niveau élevé de confiance partagée dans la valeur de la décision qu'ils doivent étayer.

Progrès accomplis durant la dernière décennie

L'AEN a parrainé voilà plus de quinze ans un symposium international consacré à l'évaluation de la sûreté des dépôts de déchets radioactifs. Les conclusions de ce symposium ont indiqué qu'il existait un large consensus quant à l'approche générale de l'évaluation de la sûreté de l'évacuation en formations géologiques. Il est apparu en outre que divers outils et méthodologies avancés étaient disponibles pour les évaluations de sûreté, par exemple, pour le développement de scénarios, la collecte de données, la mise au point de modèles et l'analyse

probabiliste (AEN, 1989). L'Opinion collective de 1991 s'est appuyée sur les résultats du symposium pour constater que l'on dispose des méthodes et des bases techniques nécessaires pour évaluer correctement les impacts potentiels des systèmes de stockage dans les formations géologiques, et éclairer le choix des sites de stockage (AEN, 1991).

Depuis, le concept de dossier de sûreté a continué d'évoluer, et la simple évaluation de la sûreté assortie de calculs numériques s'est élargie pour intégrer plusieurs arguments et éléments de preuve à l'appui de l'évaluation. Des avancées importantes sont par ailleurs intervenues dans plusieurs domaines : l'ensemble de données scientifiques et expérimentales s'est considérablement enrichi ; les processus sont mieux compris aux différentes échelles d'espace et de temps ; les techniques de modélisation se sont perfectionnées ; et l'on mesure mieux l'importance de la transparence, de la communication et de la participation des parties intéressées pour l'établissement et la présentation des dossiers de sûreté.

Le symposium de 2007 a permis aux participants de faire le bilan de ces avancées, de mettre en évidence les tendances émergentes et de se préparer à affronter les défis de demain. Y ont participé des experts spécialistes du stockage des déchets radioactifs de 16 pays membres de l'AEN, d'organisations internationales et de la Fédération de Russie. Des

représentants des organismes de gestion de déchets, des autorités réglementaires, des organismes scientifiques et des agences internationales, ainsi que des consultants du secteur privé étaient également présents. Pendant trois jours, le symposium a proposé près de 40 présentations et posters sur des sujets tels que l'état d'avancement du programme national du pays hôte, la France, le concept de dossier de sûreté et son évolution, l'expérience pratique de la mise en œuvre et de la communication des dossiers de sûreté dans les programmes nationaux, et le rôle des dossiers de sûreté dans la concertation et la prise de décision. Plusieurs débats d'experts ont permis un examen approfondi des questions clés.

Il existe une bonne compréhension largement partagée de ce qu'est un dossier de sûreté et ses principaux éléments. Le symposium a confirmé que les dossiers de sûreté avaient évolué vers des outils mixtes d'évaluation de la sûreté et d'aide à la décision. Au cours des dix dernières années, cette évolution est intervenue sur plusieurs fronts, dont notamment :

- amélioration et organisation de la documentation au profit de la clarté et de la traçabilité de l'argumentation ;
- éléments de preuve et arguments illustrant la base de connaissances (et l'interprétation scientifique) réunis à l'appui d'un projet ;
- mise au point d'outils d'analyse et de bases de données plus perfectionnés ;
- introduction de nouveaux outils conceptuels tels que le concept de fonction de sûreté ;
- utilisation d'un ensemble d'indicateurs de performance et de sûreté en complément des indicateurs classiques de dose et de risque ;
- débat ouvert, dans le dossier de sûreté lui-même, sur les sujets de préoccupation qui persistent, et pistes pour les résoudre.

Les exemples de la Suisse et de la France ont été cités pour illustrer l'utilisation récente et réussie des dossiers de sûreté dans les processus décisionnels nationaux.

Le symposium a souligné l'importance des contributions des organisations internationales et la place du dialogue dans l'élaboration du concept de dossier de sûreté et dans la mise au point des méthodologies et des éléments scientifiques sur lesquels il reposera. Les participants ont reconnu le rôle moteur joué par l'AEN dans ce domaine. Les autres enseignements tirés ont été les suivants :

- Il est primordial de réunir des experts de nombreuses disciplines et de les intégrer dans des équipes stables.
- Les aspects techniques du dossier de sûreté peuvent être examinés et affinés avec le concours des parties prenantes au niveau local. En particulier, si la collectivité d'accueil du dépôt est suffisamment grande, il est probable que certains

citoyens auront les compétences requises pour étudier les aspects techniques du dossier de sûreté et formuler des commentaires utiles.

- Sachant que les dossiers de sûreté successifs peuvent se préparer sur plusieurs dizaines d'années (au moins), la conservation des données, et des informations attestant la qualité des données, constitue un défi important.
- Bien qu'il existe une bonne compréhension largement partagée de ce qu'est un dossier de sûreté, le terme anglais « *safety case* » est difficile à traduire en d'autres langues. La traduction d'autres termes tels que « *confidence* » et « *trust* », « *safety* » et « *security* », « *safeguards* » et « *uncertainty* » pose aussi un problème. Il pourrait être utile de clarifier et de définir certains termes clés.
- D'importantes initiatives sont en cours pour encore améliorer les fondements conceptuels et techniques du dossier de sûreté des dépôts à long terme.

Le compte rendu du symposium devrait être mis à la disposition du public durant l'été 2007.

Conclusion

Le symposium de 2007 a été le premier depuis plusieurs années à aborder spécifiquement la question du dossier de sûreté des dépôts. Il a permis aux spécialistes de faire le point sur l'état des connaissances dans ce domaine, et confirmé une nouvelle fois que la compréhension collective qui existe actuellement de la fonction et du contenu d'un dossier de sûreté facilite le débat et l'échange d'expériences. Autre enseignement tiré : il est nécessaire, si l'on veut toucher un public de spécialistes et de non spécialistes, de tenir plus fréquemment de tels symposiums.

Sachant que l'importance du dossier de sûreté des dépôts dans les processus décisionnels concernant les programmes nationaux ne peut que croître, l'AEN et le Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté sont prêts à continuer d'assurer pour les années à venir ce service clé à la communauté internationale chargée de la gestion des déchets radioactifs. ■

Références

1. AEN (1989), *L'analyse de la sûreté des dépôts de déchets radioactifs. Compte rendu du Symposium de Paris*, OCDE/AEN, Paris.
2. AEN (1991), *Évacuation des déchets radioactifs : Peut-on évaluer la sûreté à long terme ? Une opinion collective internationale*, OCDE/AEN, Paris.
3. AEN (1995), *Les fondements environnementaux et éthiques de l'évacuation des déchets radioactifs à vie longue en formations géologiques : Opinion collective du Comité de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN*, OCDE/AEN, Paris.
4. AEN (2004), *Dossier de sûreté post-fermeture d'un dépôt en formation géologique – Nature et finalité*, OCDE/AEN, Paris.

SCAP : Projet de l'AEN sur la fissuration par corrosion sous contrainte et le vieillissement des câbles

A. Yamamoto, A. Huerta, K. Gott, T. Koshy *

Le nombre des centrales nucléaires vieillissantes ne cesse de croître dans les pays membres de l'OCDE/AEN. De ce fait, tous les exploitants concernés ont mis en place des programmes de maintenance, des inspections en service et des essais des structures, circuits et composants importants pour la sûreté afin de s'assurer que les niveaux de fiabilité et d'efficacité restent conformes aux hypothèses de conception. Pour ce faire, ils ont recours à une stratégie intégrée de gestion du vieillissement qui s'appuie sur les techniques les plus modernes.

Les effets du vieillissement, en particulier la dégradation des matériaux, ont été progressivement observés dans le monde entier depuis le début de l'exploitation des centrales nucléaires. La dégradation des matériaux devrait se poursuivre à mesure que les centrales vieillissent et que l'on prolonge les autorisations d'exploitation. De toute évidence, une dégradation structurelle imprévue et non gérée pourrait se traduire par une perte importante des marges de sûreté, minant par là-même la confiance du public et mettant à épreuve les ressources de l'autorité de sûreté et de l'exploitant. Il importe, pour les autorités de sûreté, de vérifier que l'exploitant applique des méthodes de gestion du vieillissement adéquates, fondées sur des informations techniques fiables.

Deux sujets – la fissuration par corrosion sous contrainte (SCC) et la dégradation de l'isolant

des câbles – ont été pris comme thèmes des travaux du projet SCAP en raison de leur importance pour l'évaluation du vieillissement des centrales et de leurs incidences sur les pratiques d'inspection. Quatorze pays membres de l'AEN¹ ont accepté d'apporter une contribution à ce projet. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et la Commission européenne participent également en qualité d'observateurs.

Le projet est financé par une contribution volontaire du Japon. Des institutions techniques japonaises coopèrent également activement à ce projet sous la coordination de l'Agence de la sûreté nucléaire et industrielle (NISA) du Japon.

Objectifs du projet SCAP

Le projet SCAP a pour objectifs principaux de :

- constituer une base de données complète sur les principaux phénomènes de vieillissement liés à la fissuration par corrosion sous contrainte et à la dégradation de l'isolant des câbles grâce à un effort collectif des pays membres de l'OCDE/AEN ;
- constituer une base de connaissances dans ces domaines en procédant à la collecte et à l'évaluation systématiques des données et des informations recueillies ;
- procéder à une évaluation des données et dégager les fondements de pratiques exemplaires qui permettraient aux autorités de sûreté et aux exploitants d'améliorer leur gestion du vieillissement.

Ce projet est prévu pour quatre ans. On estime à deux ans à peu près le temps nécessaire pour définir la base de données et recueillir les données auprès des pays membres. L'évaluation qui doit suivre et le rapport sur les pratiques exemplaires devraient prendre chacun un an.

* M. Akihiro Yamamoto (akihiro.yamamoto@oecd.org) et M. Alejandro Huerta (alejandro.huerta@oecd.org) travaillent dans la Division de la sûreté nucléaire de l'AEN ; Mme Karen Gott (karen.gott@ski.se), Suède, est présidente du Groupe de travail SCAP SCC ; M. Tomas Koshy (tkk@nrc.gov), États-Unis, est président du Groupe de travail sur les câbles du projet SCAP.



La première réunion du Conseil de gestion du SCAP, en juin 2006.

Organisation du projet

Les participants au projet SCAP sont des spécialistes du domaine de la fissuration par corrosion sous contrainte et des câbles, qui travaillent pour des autorités de sûreté, l'industrie, des établissements de recherche et des universités. Ils fournissent les informations pertinentes et réalisent les évaluations indispensables à la bonne exécution du programme.

Le Conseil de gestion du SCAP est chargé de l'administration du projet, avec l'aide du Secrétariat du projet de l'AEN. Ce Conseil de gestion est responsable, entre autres mais non exclusivement, de l'approbation du programme de travail à réaliser par les groupes de travail sur la fissuration par corrosion sous contrainte et les isolants des câbles, du suivi de la progression du projet, en termes de résultats et de respect du calendrier, ainsi que du contrôle des rapports d'étape préparés pour diffusion au sein et à l'extérieur du projet.

Deux groupes de travail se consacrent l'un à la fissuration par corrosion sous contrainte et l'autre à la dégradation des isolants des câbles. Ces groupes de travail sont chargés de mener à bien le programme de travail et de veiller au respect des délais et à la qualité des rapports d'étape préparés pour diffusion interne et externe.

Les sociétés de centralisation des informations s'efforcent de mettre en cohérence les données transmises par les pays participants. Ils vérifient que les informations fournies sont conformes aux directives de codage du projet SCAP. Ils vérifient également que les données sont complètes et exactes, et conservent et diffusent des copies de la base de données. Il y a une société de centralisation des informations pour la base de données sur la fissuration par corrosion sous contrainte et une autre pour la base de données sur les isolants de câbles.

Le Conseil de gestion s'est réuni pour la première fois au mois de juin 2006, et le Professeur Sekimura du Japon en a été élu président. Au cours de cette réunion, le mandat du projet a été approuvé de même que la politique proposée par l'AEN pour l'établissement des rapports d'étape et l'accès aux

données. Le groupe de travail SCC et le groupe de travail câbles se sont réunis deux fois, à la fin de 2006 et au début de 2007. Au cours de ces réunions, le format et le contenu des bases de données sur la fissuration par corrosion sous contrainte et la dégradation des isolants de câbles ont été arrêtés, et les pays membres ont commencé à transmettre des données préliminaires pour faciliter la constitution des bases de données.

Domaines couverts par les bases de données SCAP

Compte tenu des différences qui existent entre les connaissances fondamentales sur les mécanismes de fissuration par corrosion sous contrainte et de dégradation des isolants de câbles ainsi que du retour d'exploitation sur les incidents associés à la SCC et à la dégradation des isolants de câbles, les domaines couverts et les priorités des bases de données devraient différer. La base de données sur les SCC sera principalement basée sur des incidents qui se sont produits, notamment des défaillances de composants ou de tuyauteries. En revanche, compte tenu de la rareté des défaillances de câbles ou des incidents dans ce domaine, la base de données sur les câbles portera essentiellement sur les matériaux de câbles et les méthodes et validation de la surveillance conditionnelle.

La base de données SCAP SCC concerne la dégradation ou les défaillances de composants passifs, attribuées à la fissuration par corrosion sous contrainte (SCC), que l'on a pu observer dans des centrales nucléaires des pays participants. La base de données porte sur des composants de classe 1 et 2 de l'enveloppe sous pression du fluide primaire², les internes de cuves sous pression de réacteurs et autres composants pouvant avoir un impact important sur le fonctionnement, à l'exclusion des tubes de générateurs de vapeur. Les mécanismes suivants sont pris en compte dans la base de données : fissuration externe par corrosion sous contrainte en milieu chloruré, fissuration par corrosion sous contrainte assistée par l'irradiation, fissuration intergranulaire par corrosion sous contrainte d'acier inoxydable austénitique et d'alliage base nickel, fissuration transgranulaire par corrosion sous contrainte et fissuration par corrosion sous contrainte en milieu primaire.

La base de données sur les câbles comprend les câbles de sauvegarde (notamment pour le refroidissement de secours du cœur), les câbles importants pour la sûreté (les câbles utiles pour prévenir et atténuer les événements de dimensionnement) et les câbles importants pour le fonctionnement de la centrale (câbles dont la défaillance peut provoquer un arrêt d'urgence ou une baisse de la puissance). La base de données contient des informations sur des câbles d'une tension maximale de 15 kV CA et 500 V CC, dont des câbles de contrôle-commande.

Structures des bases de données SCAP

Les structures préliminaires des bases de données SCC et câbles ont été définies en se fondant sur l'expérience des experts dans le projet et celle de l'AEN à gérer différentes bases de données internationales, comme le projet d'échanges de données sur les ruptures de tuyauteries (OPDE) et le projet COMPSIS sur les systèmes informatisés importants pour la sûreté, ainsi que sur les informations de recherche-développement transmises par les pays membres.

Structure de la base de données SCC

La base de données SCC SCAP est une base de données relationnelle utilisant le logiciel Access de Microsoft®. La saisie des données se fait à l'aide de formulaires, de tableaux, de menus déroulants et de liens. La consultation se fait en utilisant un système d'interrogation prédéfini par l'utilisateur, qui fait appel à des tableaux et des liens intégrés entre données. Les formulaires de saisie des données sont organisés de manière à saisir les informations essentielles sur les défaillances de composants passifs ainsi que les informations qui s'y rapportent. Les quatre formulaires de saisie des données sont décrits ci-dessous.

Saisie des données sur les défaillances. Ce formulaire définit les données minimales requises. Toutes les saisies de données commencent par là. Il contient 39 champs, y compris le nom de la centrale et les conditions de fonctionnement au moment de la découverte de l'incident. Cela permet de distinguer entre les incidents qui ont un impact sur le fonctionnement de la centrale, par exemple l'arrêt forcé, et les incidents découverts lors d'inspections programmées ou renforcées. Le formulaire contient également des informations sur le type d'incident, avec un menu déroulant proposant des options, comme fissure traversante sans fuite active, fissure traversante partielle et différents types de fuites. Les informations sur les dommages collatéraux liés à des incidents d'exploitation comportant des fuites provoquées par des fissures traversantes sont également consignées. Un menu définit les différentes mesures correctives adoptées à la centrale. Le formulaire comporte aussi une description détaillée des conditions de fonctionnement de la centrale avant l'incident, de la réponse de la centrale durant l'incident, de la méthode de détection et du plan d'action correctif dans le champ descriptif de l'incident. Toutes les caractéristiques pertinentes du composant détérioré sont également précisées : par exemple la classe du composant, le diamètre des composants de tuyauterie, les dimensions, le métal de base, le métal utilisé pour la soudure, les propriétés mécaniques, comme la limite élastique et la dureté, ainsi que le type de fluide de procédé au moment de la détection.

Caractérisation du défaut. Ce formulaire contient 28 champs pour entrer des informations caractéri-

sant le défaut (description, information sur la taille et précisions complémentaires selon le type de défaut).

Historique des inspections en service. Ce formulaire comporte 3 champs. Même s'il est avant tout conçu pour consigner les faiblesses des programmes d'inspection en service, le champ libre peut être utilisé pour consigner toute information relative aux inspections en service du composant touché ou l'historique des inspections en service, par exemple la date de la dernière inspection.

Informations sur les causes premières. Ce formulaire comprend 25 champs et contient des informations sur l'âge estimé du composant, à savoir sa durée de service au moment de la défaillance. Si le composant concerné a été réparé ou remplacé, ces opérations doivent être signalées. Un champ libre est disponible pour décrire l'emplacement de la défaillance, à savoir le numéro de la canalisation ou de la soudure ou la référence de la tuyauterie et de l'instrumentation. Des menus déroulants présentent différentes réponses parmi lesquelles on peut choisir la méthode de détection, la cause apparente et les facteurs responsables. Enfin un champ libre existe pour inscrire des informations se rapportant à l'analyse des causes premières et aux relations causes-conséquences.

Structure de la base de données câbles

La saisie des données dans la base de données câbles de SCAP se fait à l'aide de tableaux et de menus déroulants. La consultation de la base de données s'effectue au moyen d'une interface d'interrogation prédéfinie par l'utilisateur, qui sera choisie lors de la prochaine réunion du groupe de travail. Les tableaux de saisie des données sont organisés pour consigner les principaux événements qui ont conduit à la défaillance de l'isolant du câble en même temps que des informations sur la qualification environnementale et la surveillance conditionnelle. À l'heure actuelle les tableaux de saisie des données comprennent :

Données techniques sur les câbles. Ce tableau comporte 40 champs pour inscrire les données techniques des câbles. Il permet de préciser les spécifications des câbles, en ce qui concerne le matériau d'isolation, la taille du conducteur et de la tension nominale, entre autres. Les informations sur le type de câble et sa fabrication sont également consignées. Les conditions environnementales de fonctionnement sont décrites en détail et notamment les informations sur l'emplacement, la pression de calcul, la température, l'humidité et le débit de dose. Ce tableau comporte également des informations relatives à la qualification environnementale et la norme ou le code utilisés à cet effet.

Données sur la maintenance des câbles. Ce tableau est subdivisé en différents sous-tableaux consacrés à des aspects comme l'inspection des

câbles et les méthodes de surveillance des conditions de service, l'échantillonnage des câbles et la réparation des câbles. Les informations sur les inspections des câbles comprennent la description des techniques de surveillance, les mécanismes présumés de vieillissement et la fréquence des inspections.

Données sur les défaillances de câbles. Ce tableau rassemble les informations sur les véritables défaillances de câbles. Un champ libre est prévu pour la description de l'incident. Par ailleurs, d'autres champs servent à consigner les données, comme la date de l'incident et l'âge du câble. Une description détaillée des mesures adoptées à la centrale à la suite de cet incident est également prévue.

Données sur la qualification environnementale des câbles. Ce tableau contient des informations sur la qualification environnementale des câbles. Des champs sont prévus pour décrire les principaux résultats des essais de qualification, dont notamment les conditions environnementales ainsi que la série de tests et de mesures.

Informations d'ordre réglementaire. Ce tableau contient des informations sur les prescriptions réglementaires relatives à la gestion du vieillissement des câbles, les guides réglementaires et les résultats des précédentes évaluations de sûreté. Il comporte également les normes industrielles appliquées conformément aux dispositions réglementaires.

Surveillance de l'état des câbles. Ce tableau comporte 10 champs utilisés pour décrire la surveillance de l'état des câbles. Un champ est consacré à la description de la méthode de surveillance utilisée, le principe de surveillance, le dispositif de surveillance utilisé ainsi que toute corrélation entre les indicateurs de vieillissement, comme l'allongement à la rupture et les données sur la surveillance ainsi que les critères de réception utilisés et leur fondement.

Base de connaissances SCAP

Cette base est destinée à fournir une description de l'état des connaissances sur les mécanismes de dégradation, les principaux facteurs jouant un rôle, les matériaux et les emplacements les plus vulnérables ainsi que des stratégies couramment employées pour limiter ces mécanismes et réparer les composants. Cette base de connaissances devrait compléter les bases de données SCC et câbles, et des renvois seront prévus entre les données sur les incidents et les données de la base de connaissances afin d'accroître l'exploitabilité des informations. Les groupes de travail examineront rapidement les dispositions à prendre pour élaborer les impératifs de performance de cette base de connaissances et pour définir l'éventail des applications et des outils qui pourront être utilisés, une fois que les bases de données seront constituées.

Prochaines étapes et résultats recherchés

Le projet SCAP en est actuellement à sa phase de développement, consistant à définir et à affiner les impératifs de performance des bases de données, le format des données et les directives de codage. Certaines données préliminaires ont déjà été transmises par les pays membres et utilisées pour tester le format et la structure de la base de données. Les membres du groupe de travail devraient rapidement élaborer une série pilote de données pour vérifier l'applicabilité du format et du codage. Les directives de formatage et de codage une fois finalisées, les pays membres du projet SCAP concentreront leurs efforts sur la constitution des bases de données.

Un rapport d'évaluation sera publié à la fin du projet SCAP. Il servira de base technique à l'élaboration de pratiques recommandables en matière d'activités réglementaires dans les domaines des isolants de câbles et de la fissuration par corrosion sous contrainte. Néanmoins, l'ampleur réelle de l'évaluation dépendra de la quantité et de la qualité des informations rassemblées et sera décidée à l'issue d'un débat entre les participants.

Les résultats du projet devraient être utilisés par les pays membres de l'AEN pour déterminer comment le retour d'expérience et les techniques les plus modernes sont intégrés dans les pratiques de conduite des centrales ainsi que pour étayer les examens des programmes de gestion du vieillissement réalisés par les autorités de sûreté.

De toute évidence, la base de données devient plus utile à mesure que les pays membres continuent de l'enrichir et de l'actualiser. On réfléchira, donc, à la possibilité de conserver cette base de données une fois le projet terminé.

Le projet a réuni des spécialistes des câbles et de la fissuration par corrosion sous contrainte, qui travaillent pour des autorités de sûreté, l'industrie, des établissements de recherche et des universités. Ce réseau d'experts devrait faciliter l'échange de connaissances et contribuer à renforcer la collaboration entre experts au delà de ce projet. ■

Notes

1. Quatorze pays participent, à l'heure actuelle, au projet SCAP : l'Allemagne, la Belgique, le Canada, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, le Japon, le Mexique, la Norvège, la République de Corée, la République slovaque, la République tchèque et la Suède.
2. Les composants de la classe 1 et 2 de l'enveloppe sous pression du fluide primaire sont définis par l'*American Society of Mechanical Engineers* (ASME) comme suit : les composants de la classe 1 comprennent tous les composants de l'enveloppe sous pression du circuit primaire ; les composants de la classe 2 comprennent en général les systèmes ou parties de systèmes importants pour la sûreté qui sont conçus pour le confinement en phase post-accidentel et l'évacuation de la chaleur et des produits de fission.

Le point sur l'étude probabiliste de sûreté-séisme

P. Pyy, A. Murphy, B. Budnitz, A. Huerta *

Les séismes sont indéniablement parmi les catastrophes naturelles les plus dévastatrices auxquelles peuvent être confrontées les sociétés. Aussi leur prise en compte dans l'évaluation des risques pour les installations nucléaires est-elle allée de soi dès le début de la mise au point des études probabilistes de sûreté (EPS). En l'occurrence, la méthodologie de l'étude probabiliste de sûreté-séisme des installations nucléaires a été développée à la fin des années 70 aux États-Unis, avant d'être affinée et appliquée partout dans le monde au fil des ans.

Vu l'importance du sujet et l'intérêt qu'il suscite sur le plan international, l'AEN a parrainé plusieurs activités dans ce domaine. Ainsi, un atelier organisé en août 1999 à Tokyo s'est penché sur les méthodologies de l'EPS-séisme et de l'étude des marges sismiques pour les installations nucléaires¹, en s'appuyant notamment sur un rapport sur l'état des connaissances². En 2002, le Comité de l'AEN sur la sûreté des installations nucléaires (CSIN) a publié un court avis technique sur l'EPS-séisme³.

Depuis l'atelier de 1999, l'EPS-séisme a fait l'objet d'une large application dans de nombreuses centrales nucléaires du monde entier. En outre, des avancées techniques ont été réalisées sur plusieurs aspects de la méthodologie globale. Aujourd'hui, l'EPS-séisme est considérée comme une technique mature pour évaluer le risque sismique pour les installations nucléaires. On utilise aussi très largement des méthodologies apparentées, à commencer par l'évaluation probabiliste de l'aléa sismique, qui analyse cet aléa et ses incertitudes, et l'étude des marges sismiques, qui évalue la marge de sûreté par rapport aux incidents sismiques.

L'AIEA procède actuellement à la mise à jour de ses guides de sûreté en la matière, et deux autres événements importants sont intervenus récemment, à savoir la publication, en 2003, de normes relatives à l'EPS-séisme et à l'étude des marges sismiques par la Société américaine pour l'énergie nucléaire, et l'élaboration, en 2006, d'une nouvelle norme méthodologique par la Société pour l'énergie atomique du Japon.

La réunion de spécialistes de 2006

Compte tenu de ces développements, le Comité de l'AEN sur la sûreté des installations nucléaires (CSIN) a décidé d'organiser une réunion de spécialistes sur l'étude probabiliste de sûreté-séisme des installations nucléaires. L'Institut coréen de recherches sur l'énergie atomique (KAERI) et l'Institut coréen de sûreté nucléaire (KINS) ont aimablement accepté d'accueillir cette réunion du 6 au 8 novembre 2006 sur l'île de Jeju (République de Corée). La réunion s'est tenue en coopération avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Les principaux objectifs étaient de passer en revue les avancées récentes de la méthodologie de l'EPS-séisme, d'examiner les applications pratiques, de faire le point sur l'état des connaissances et de mettre en lumière les questions méthodologiques qui profiteraient de travaux de recherche plus poussés. En particulier, il s'agissait de comparer la situation d'aujourd'hui à celle de 1999 et de formuler une série de conclusions et de recommandations actualisées. Les participants ont pu longuement discuter de la situation actuelle et des évolutions intéressant l'EPS-séisme, l'évaluation probabiliste de l'aléa sismique et l'étude des marges sismiques. Quelque 75 spécialistes de 15 pays ont pris part à la réunion et apporté quantité d'informations et de données techniques qui ont servi de base pour la rédaction du présent article.

* MM. Pekka Pyy (pekka.pyy@oecd.org) et Alejandro Huerta (alejandro.huerta@oecd.org) travaillent à la Division de la sûreté nucléaire de l'AEN ; M. Andrew J. Murphy (ajm1@nrc.gov) est président du Sous-groupe du CSIN/IAGE sur le comportement sismique ; M. Robert J. Budnitz (budnitz@pacbell.net) est consultant auprès de l'AEN.

Où en est-on aujourd'hui en matière d'EPS-séisme ?

L'EPS-séisme est à présent très largement employée dans l'ensemble du secteur électronucléaire, puisque aussi bien les exploitants de centrales existantes que les organismes de réglementation nationaux et les concepteurs de centrales nouvelles y ont recours. En outre, il est désormais largement admis que l'EPS-séisme répond systématiquement à plusieurs objectifs très importants en aidant, par exemple, à cerner le risque sismique pour les centrales nucléaires, à comprendre l'incidence sur la sûreté des carences en matière de conception antisismique, à déterminer les améliorations prioritaires dans le domaine de la sûreté sismique, à évaluer et à faire progresser les règlements parasismiques, ainsi qu'à modifier les dispositions réglementaires et les prescriptions de base en vigueur pour les autorisations de centrales particulières. L'EPS-séisme est aujourd'hui beaucoup plus largement employée qu'en 1999. Parmi les nouvelles utilisations, les plus importantes ont trait à la conception de centrales nucléaires de type avancé, à la révision de la réglementation, à l'étude des risques sur les sites comportant plusieurs tranches, à la planification de l'évacuation et des mesures d'urgence en cas de séisme, ainsi qu'à l'impact des répliques.

Cette multiplication des applications a entraîné l'élaboration de documents d'orientation à l'intention des concepteurs, des propriétaires de centrales et des organismes de réglementation qui ont recours à l'EPS-séisme. Les informations tirées des EPS-séisme sur les séquences entraînant des dommages au cœur sont employées quasi-systématiquement pour identifier les faiblesses et évaluer l'efficacité des améliorations qu'il est proposé d'apporter aux centrales. Dans plusieurs pays, la réglementation en matière de conception antisismique prévoit l'obligation de réaliser une étude probabiliste pour la détermination du séisme de dimensionnement, ou des obligations fondées sur la fréquence annuelle des mouvements du sol dépassant les conditions de dimensionnement. Dans au moins deux pays (les États-Unis et la Suisse), l'EPS-séisme intervient désormais d'une multitude de façons dans l'établissement de règles, dans les processus de décision intégrant le risque, ainsi que dans le choix du site et la conception antisismique des centrales nucléaires. La Commission de la réglementation nucléaire des États-Unis (NRC) a délivré des homologations pour plusieurs conceptions de centrales nucléaires dans lesquelles la méthodologie de l'étude des marges sismiques a été utilisée pour démontrer le caractère acceptable de la marge de sûreté sismique et identifier la vulnérabilité des systèmes aux séismes. Pour sa part, l'organisme de réglementation de la Finlande (STUK) a exigé la réalisation d'EPS-séisme lors des phases de conception et de construction du nouveau réacteur EPR en construction à la centrale d'Olkiluoto. En Suisse, les sites des centrales

nucléaires ont fait l'objet d'une évaluation probabiliste complète de l'aléa sismique dans le cadre du projet PEGASOS parrainé par les producteurs suisses.

Que reste-t-il à faire ?

Lors de la réunion de Jeju, les participants ont identifié un petit nombre de questions méthodologiques importantes concernant l'EPS-séisme et ses incertitudes, qui n'ont cependant rien de nouveau puisqu'elles sont largement connues des professionnels depuis de nombreuses années. Cependant, les discussions approfondies tenues au cours de la réunion ont livré des éclaircissements sur la façon de mieux répondre à certaines d'entre elles. Les plus importantes de ces questions concernent l'évaluation probabiliste de l'aléa sismique, la modélisation des interventions humaines et les corrélations.

Évaluation probabiliste de l'aléa sismique. Les résultats des évaluations probabilistes de l'aléa sismique conduites dans les règles de l'art dans des régions à sismicité faible ou modérée, comme la Suisse et la Scandinavie, se caractérisent généralement par une forte incertitude. Celle-ci tient pour une part non négligeable au fait que ces régions ne connaissent que très peu de mouvements sismiques forts, si bien que les relations d'atténuation doivent être établies à partir de celles provenant d'autres régions où sont enregistrées des secousses violentes (Japon et littoral californien aux États-Unis, par exemple). En règle générale, les analystes s'efforcent de choisir des régions qui ont des caractéristiques tectoniques et structurales analogues, et ils peuvent aussi recourir à des simulations établies à l'aide de modèles sismologiques fondés sur les caractéristiques géophysiques régionales. Cela peut entraîner des incohérences ou de fortes incertitudes, selon les choix faits par les experts. Dans ce cas, une évaluation probabiliste correcte de l'aléa sismique doit traduire l'incertitude découlant de la connaissance insuffisante des mouvements du sol de la région et de l'atténuation, et le jugement de l'expert y joue un rôle important. Ce sujet a été longuement examiné au cours de la réunion. Bien sûr, l'évaluation probabiliste de l'aléa sismique doit être menée de façon aussi réaliste que possible, afin de faire entrer en ligne de compte toutes les incertitudes et toute la variabilité observée dans la nature. Il faut aussi tenir convenablement compte des relations de dépendance et des facteurs qui les régissent.

Modélisation des interventions humaines. Un important sujet d'incertitude concerne la quantification de la réaction du personnel d'exploitation de la centrale nucléaire et des organismes d'intervention d'urgence après un séisme. Il s'agit en partie d'un problème générique qui se pose dans toute analyse de la fiabilité humaine dans laquelle subsistent des incertitudes et lorsqu'on manque de données sur les

comportements des hommes et des organisations. Cependant, les séismes possèdent aussi des caractéristiques particulières qui font qu'il est plus difficile d'analyser et de quantifier les interventions qui suivent leur survenue, à commencer par les conséquences physiques et psychologiques du choc sismique : matériel endommagé ou inaccessible, charge de travail accrue en raison d'incendies ou d'autres événements déclenchés par le séisme, problèmes liés au fait que toutes les tranches n'ont pas forcément subi les mêmes conséquences, objectifs contradictoires au niveau des autorités gouvernementales, accessibilité du site et inquiétudes des membres du personnel au sujet du sort de leurs proches.

Corrélations. Enfin, dès les premières EPS-séisme menées au début des années 80, les analystes ont été confrontés au problème de la quantification des corrélations entre les défaillances d'équipements similaires ou de structures similaires sous l'effet du séisme. Il existe assurément des corrélations, par exemple dans la façon dont réagissent deux pompes identiques situées à proximité l'une de l'autre ou deux murs de contreventement conçus et construits à l'identique. Pourtant, l'analyse est compliquée. Les essais n'ont fourni au mieux que des informations ambiguës, et la base de données d'expérience sur les séismes réels est difficile à interpréter. En règle générale, les analystes ont eu recours à des études pour mettre en évidence la sensibilité des résultats obtenus, mais ils ont aussi attribué un degré élevé d'incertitude aux valeurs numériques. Cela étant, d'après l'expérience acquise dans les centrales existantes aux États-Unis, le risque de dommage au cœur en cas de séisme est d'ordinaire lié en grande partie à une seule ou à un nombre très restreint de vulnérabilités. Dans ce cas, l'impact des corrélations est par conséquent jugé faible. La situation est peut-être différente dans le cas des centrales de conception plus avancée, où, de par le dimensionnement parasismique, les défaillances seront encore moins nombreuses. Dans ce cas, postuler une forte dépendance entre composants installés au même endroit constitue peut-être une approche trop prudente.

Quelles sont les prochaines étapes ?

Les participants à la réunion de Jeju sont parvenus à la conclusion que la réalisation de travaux complémentaires au niveau international était hautement souhaitable dans un certain nombre de domaines. Il serait ainsi intéressant de comparer les études d'aléa sismique réalisées dans des pays à sismicité élevée, moyenne et faible. Les résultats des évaluations probabilistes de l'aléa sismique devraient être comparés à l'ensemble des observations disponibles, notamment pour les périodes de retour où des enregistrements sont disponibles, afin d'améliorer la confiance à l'égard des résultats. Toute activité d'évaluation probabiliste de l'aléa sismique profiterait d'un examen par l'ensemble des intéressés – propriétaires de centrales, autorités de réglementation, responsables

des EPS, spécialistes de l'analyse des systèmes et de la fragilité – sachant qu'une distorsion des valeurs d'aléa sismique peut avoir des répercussions importantes sur le coût, le risque et l'effort nécessaire à l'autorisation.

En outre, l'utilisation de l'EPS-séisme ayant progressé rapidement, un réexamen du rapport sur l'état des connaissances établi il y a dix ans par le AEN/CSIN pourrait s'imposer. La collecte d'informations auprès de sites industriels classiques qui ont été soumis à un séisme important pourrait offrir un bon moyen d'enrichir les connaissances disponibles sur la réaction des exploitants et des organismes d'intervention d'urgence en cas de séisme, et constituer un vecteur de coopération intersectorielle.

Il ressort des échanges de vues tenus lors de la séance de clôture que, de l'avis général, la réunion a pleinement atteint son objectif et s'est révélée très utile en fournissant aux participants de nouvelles informations spécifiques. Les participants ont par ailleurs préconisé que l'AEN organise plus souvent de telles manifestations consacrées à ce domaine.

À ce jour, aucune centrale nucléaire n'a subi un séisme suffisamment violent pour l'endommager. La confiance dans la sûreté sismique des centrales nucléaires passe donc par le recours à des modèles très robustes et par la réalisation d'études comme l'EPS-séisme qui confirment le caractère approprié de ces modèles, ainsi que par l'utilisation de données d'essai et de données sur les séismes réels qui proviennent d'installations non nucléaires. En effet, il ne faut pas oublier que, contrairement aux centrales nucléaires, d'autres types d'infrastructure ont eu à subir les effets de séismes. Par ailleurs, même les pays qui se caractérisent par une géologie relativement stable ne sont pas à l'abri d'une secousse. D'où l'intérêt de faire appel partout à une solide conception anti-sismique et une EPS-séisme réaliste pour prévenir les conséquences potentiellement graves d'un tremblement de terre. ■

Références

1. AEN (2001), « Proceedings of the OECD/NEA Workshop on Seismic Risk », Rapport CSIN N° NEA/CSNI/R(99)28, www.nea.fr/html/nsd/docs/1999/csni-r99-28.pdf, OCDE/AEN, Paris.
2. AEN (1998), « State-of-the-Art Report on the Current Status of Methodologies for Seismic PSA (Probabilistic Safety Assessment) », Rapport CSIN N° NEA/CSNI/R(97)22, www.nea.fr/html/nsd/docs/1997/csni-r1997-22.pdf, OCDE/AEN, Paris.
3. AEN (2002), *Avis techniques du CSIN – N° 1 : Étude probabiliste de sûreté-incendie des centrales nucléaires ; N° 2 : Étude probabiliste de sûreté-séisme des installations nucléaires*, ISBN 92-64-28490-7, www.nea.fr/html/nsd/reports/nea3948-fire-seismic-fr.pdf, OCDE/AEN, Paris.

Nouvelles brèves

Base de données internationale d'expériences de physique des réacteurs (IRPhE)

Depuis la naissance de l'industrie électro-nucléaire, des laboratoires de recherche à travers le monde ont effectué maintes expériences sur l'énergie et la technologie nucléaires. Ces expériences ont exigé des investissements substantiels en termes d'infrastructures, de compétences et de coûts. Cependant, pour nombre d'entre elles, l'archivage des résultats en vue d'une future utilisation n'a pas reçu une attention particulière. Or, les résultats et techniques mises au point grâce à ces mesures ont une grande valeur aujourd'hui comme demain. Ils servent de fondation pour enregistrer, mettre au point et valider des méthodes et représentent une somme importante de données pour les recherches présentes et futures. Ces précieux atouts sont pourtant en danger. Si l'on perd ces données, il y a peu de chance que l'on recommence les mesures.

Aujourd'hui, il est urgent de préserver les données d'expériences globales de physique des réacteurs, y compris les données analytiques sur les applications de l'énergie et de la technologie nucléaires, ainsi que les savoirs et compétences qu'elles recouvrent. C'est pourquoi l'AEN a lancé en mai 2000 le projet de Base de données internationale d'expériences de physique des réacteurs (IRPhE).

Les pays ci-après participent actuellement au projet : Allemagne, Belgique, Brésil, Canada, États-Unis, Fédération de Russie, France, Hongrie, Japon, République de Corée, Royaume-Uni et Slovénie. Une bonne partie des travaux accomplis à ce jour dans ce cadre, notamment l'évaluation et l'examen d'expériences de référence, a été possible grâce à un financement important du gouvernement du Japon. Les autres pays ont à leurs frais contribué aux évaluations et examens et fourni des données.

Objectif du projet

Le projet IRPhE doit permettre de constituer un ensemble de données d'expériences globales parfaitement expertisées en physique des réacteurs à l'intention des concepteurs de réacteurs et analystes de la sûreté qui devront valider les outils analytiques employés lors de la conception des prochaines

générations de réacteurs et établir le référentiel de sûreté de ces réacteurs. Les travaux du projet sont officiellement documentés dans l'*International Handbook of Evaluated Reactor Physics Benchmark Experiments*, une source unique de mesures de référence de physique des réacteurs à la fois vérifiées et systématiquement expertisées.

L'évaluation consiste à :

- identifier un jeu complet de données de mesures expérimentales de physique des réacteurs ;
- évaluer les données et quantifier le plus possible les incertitudes globales par divers types d'études de sensibilité et vérifier les données dans la documentation originale et la documentation révisée ultérieurement, mais également lors d'entretiens avec les expérimentateurs ou avec des personnes qui connaissent bien l'installation expérimentale ;
- compiler les données sous un format standard ;
- effectuer les calculs de chaque expérience à l'aide de codes standard de physique des réacteurs si l'on pense que cela permettra de glaner des informations supplémentaires ;
- documenter officiellement ces travaux dans une même base de données de mesure de physique des réacteurs vérifiées et expertisées.

Avantages du projet

L'intérêt de ce projet est multiple et propose :

- la préservation de données précieuses sur les réacteurs et leur technologie ;
- une aide à la conception des nouvelles générations de réacteurs ;
- l'accès aux données de divers pays ;
- des économies substantielles. (Il a été largement démontré que l'exploitation des expériences globales dans les analyses de conception finales permet de réduire considérablement les incertitudes dans les calculs et donc de prévoir des marges de conception plus étroites, d'où d'importantes économies. En outre, si l'on peut se contenter, pour concevoir et construire un nouveau réac-

teur de recherche, des données du projet IRPhE, on aura économisé le coût de la construction d'un dispositif expérimental critique.)

Manuel

L'*International Handbook of Evaluated Reactor Physics Benchmark Experiments* a été préparé par un groupe de travail constitué de spécialistes de la physique des réacteurs originaires de la Belgique, du Brésil, du Canada, de la Chine, des États-Unis, de la Fédération de Russie, de la France, de la Hongrie, du Japon, de la République de Corée et du Royaume-Uni. Ce manuel contient les spécifications d'expériences de référence de physique des réacteurs qui ont été tirées d'expériences effectuées

sur diverses installations expérimentales dans le monde. Ces spécifications doivent servir aux spécialistes pour valider leurs techniques de calcul.

L'édition 2007 de l'*International Handbook of Evaluated Reactor Physics Benchmark Experiments*, de plus de 15 000 pages, contient les données de 21 séries d'expériences effectuées dans 13 installations de réacteurs. Il est organisé de telle manière que l'on puisse facilement y ajouter des évaluations au fur et à mesure de leur disponibilité. De nouvelles évaluations sont en cours et il est prévu une mise à jour du manuel tous les ans.

Pour de plus amples informations, consulter les sites www.nea.fr/html/dbprog/IRPhE-latest.htm et <http://irpheap.inl.gov>. ■

Actualité juridique : États-Unis

Le Sénat des États-Unis a consenti à la ratification de la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires (CSC) le 4 août 2006. La Chambre des représentants et le Sénat préparent actuellement la loi portant accord d'application de cette convention avant que le Département d'État des États-Unis ne dépose l'indispensable instrument de ratification des États-Unis auprès de l'Agence internationale de l'énergie atomique. Les États-Unis sont convaincus que leur ratification de cette « nouvelle » convention, adoptée en 1997 sous l'égide de l'AIEA à Vienne, aboutira rapidement à son entrée en vigueur. La Convention prévoit que son entrée en vigueur interviendra 90 jours après la date à laquelle au moins cinq États représentant au total un minimum de 400 000 unités¹ de puissance nucléaire installée auront déposé un instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion. Au moment de la rédaction de cet article, trois pays (l'Argentine, le Maroc et la Roumanie) dotés au total d'une puissance nucléaire installée de 1 586 MWe² (ou 4 750 MWth) ont ratifié la Convention. Après la ratification des États-Unis, il suffirait qu'un ou plusieurs États totalisant une puissance installée de 100 000 MWth environ ratifient cet instrument pour que celui-ci puisse entrer en vigueur.

L'entrée en vigueur de la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires modifiera considérablement la nature du régime de responsabilité nucléaire international. Jusqu'à présent, deux régimes coexistaient : le régime de la Convention de Paris/Bruxelles et le régime de la Convention de Vienne. Ces dispositifs sont liés l'un à l'autre par une « passerelle » – le Protocole commun – qui prévoit, dans certaines conditions,

de faire bénéficier des avantages d'un des régimes les victimes de pays parties à l'autre régime. La Convention sur la réparation complémentaire est un instrument autonome, ouvert à tous les États. Cela signifie que les pays peuvent devenir partie à un nouveau régime mondial régissant la responsabilité et l'indemnisation des victimes d'un accident nucléaire sans avoir à devenir une des parties contractantes à la Convention de Paris ou à la Convention de Vienne. Il s'agit là, sans aucun doute, d'un grand pas en avant sachant qu'à l'heure actuelle plus de la moitié des réacteurs en exploitation ou en construction dans le monde ne sont couverts par aucune des conventions internationales de responsabilité civile nucléaire.

Il est important de souligner que la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires présente de l'intérêt non seulement pour les États qui ne participent pas actuellement à l'une des conventions de responsabilité nucléaire mais aussi pour les États parties à la Convention de Paris et à la Convention de Vienne. Les efforts en vue de lier les États parties à la Convention de Paris et les États parties à la Convention de Vienne par l'intermédiaire du Protocole commun et de créer un régime mondial par l'intermédiaire de la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires sont compatibles étant donné qu'un État partie à la Convention de Paris ou à celle de Vienne peut être partie au Protocole commun et à la Convention sur la réparation complémentaire.

En fait, qu'apporte cette convention ? La Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires crée un instrument garantissant aux États que des fonds plus importants seront désormais disponibles pour indemniser un

plus grand nombre de victimes, pour un plus large éventail de dommages. Un régime mondial de la responsabilité nucléaire, pour être efficace, doit être avantageux aussi bien pour les États dotés de programmes électronucléaires que pour ceux qui n'en ont pas. Or, la Convention sur la réparation complémentaire est précisément conçue dans ce sens, en s'efforçant d'apporter une sécurité juridique à propos du traitement de la responsabilité juridique en matière de dommages nucléaires découlant d'un accident nucléaire et de garantir, dans l'éventualité improbable d'un accident nucléaire, que très rapidement des montants substantiels de réparations seront disponibles pour indemniser les victimes, et cela avec un minimum de contentieux et autres formalités.

La Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires (CSC) apporte cette sécurité juridique en imposant à chaque partie contractante d'avoir une législation nationale sur la responsabilité nucléaire fondée sur la Convention de Paris, la Convention de Vienne, ou sur sa propre annexe, et qui comporte les dispositions que la CSC contient elle-même sur la juridiction, la réparation et la définition des dommages nucléaires. Cela revient à dire que la législation nationale de chaque État contractant sera conforme aux principes fondamentaux de la législation sur la responsabilité nucléaire qui prévoit a) une canalisation juridique de l'ensemble de la responsabilité en matière de dommages nucléaires exclusivement sur l'exploitant nucléaire ; b) la responsabilité objective de l'exploitant avec extrêmement peu de possibilités d'exonération ; c) la compétence exclusive des tribunaux du pays où s'est produit l'accident ; d) la limitation possible de la responsabilité en montant et en durée ; et e) l'absence de toute discrimination fondée sur la nationalité, le domicile ou le lieu de résidence. Des dispositions spéciales ont été introduites dans la convention pour permettre aux États-Unis, dont le système juridique³ prévoit une canalisation économique plutôt que juridique, de participer à ce régime⁴.

La Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires prévoit deux tranches d'indemnisation. La première tranche, fixée à 300 millions de Droits de tirage spéciaux (DTS)⁵, est à la charge de l'exploitant responsable. Si l'exploitant ne dispose pas de fonds suffisants, l'État de l'installation (la partie contractante sur le territoire de laquelle l'installation de l'exploitant responsable est située) est tenu de couvrir la différence. Cette tranche doit être répartie conformément à l'impératif d'égalité de traitement des victimes que celles-ci se trouvent sur le territoire ou à l'extérieur du territoire de l'État de l'installation. Si le montant de 300 millions de DTS ne suffit pas à indemniser tous les dommages, les parties contractantes seront tenues de financer la deuxième tranche (le fonds international). Le montant de cette seconde tranche n'est pas fixé mais dépendra du nombre

de centrales nucléaires exploitées dans les parties contractantes et doit croître à mesure que le nombre de ces centrales augmente. Une formule de calcul des contributions a été instaurée conformément à laquelle plus de 90 % des contributions proviennent des pays électronucléaires, ces contributions étant fixées en fonction de leur puissance nucléaire installée, tandis que le solde provient de toutes les parties contractantes en fonction de leur quote-part dans le barème des contributions de l'Organisation des Nations Unies. La moitié de ces fonds internationaux doit être attribuée aux victimes dont le dommage est subi sur le territoire ainsi que hors du territoire de l'État de l'installation (dommages transfrontières) et l'autre moitié est exclusivement affectée à la couverture de tout dommage transfrontière qui n'est pas déjà indemnisé par la première tranche. Cette disposition constitue pour les pays ne possédant pas d'installations nucléaires une forte incitation à adhérer à la convention.

L'ampleur de l'application de cette convention est définie en regard des deux différentes tranches d'indemnisation. Pour ce qui est de la première tranche, la législation de l'État de l'installation détermine dans quelle limite les dommages subis sur le territoire de parties non contractantes seront couverts. En ce qui concerne la deuxième tranche (internationale), la convention prévoit que ces fonds peuvent ne pas servir à indemniser les dommages subis sur le territoire de parties non contractantes. Cette clause restrictive est conforme à la philosophie qui veut qu'un fonds d'indemnisation constitué en partie d'argent « public » ne serve à dédommager que des victimes situées dans des États qui ont contribué à le constituer.

La convention n'exige pas que ses parties contractantes mettent de côté des fonds à l'avance afin d'indemniser les victimes dans l'éventualité d'un accident nucléaire dont les dommages dépasseraient le montant prévu de la première tranche. En fait ils devront verser le montant complémentaire, après l'accident nucléaire, aux pays dont les tribunaux sont compétents, et cela seulement si ces fonds sont nécessaires et dans la limite du montant requis.

La Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires stipule que ses parties contractantes devront adopter une définition large de « dommages nucléaires » qui couvre non seulement les dommages aux personnes et aux biens mais aussi certaines catégories de dommages, comme la dégradation de l'environnement, le coût des mesures préventives et tout dommage immatériel dans la « mesure déterminée par le droit du tribunal compétent ».

La Convention sur la réparation complémentaire prend aussi en compte l'inquiétude des États côtiers au sujet des risques liés au transport de matières nucléaires. Elle donne aux tribunaux d'une partie contractante une compétence juridictionnelle exclusive si un accident nucléaire survient dans sa zone économique exclusive. Elle établit clairement que cette

règle est simplement destinée à pouvoir déterminer le pays dont les tribunaux sont compétents pour statuer sur les demandes d'indemnisation de dommages résultant d'accidents nucléaires et n'autorise en aucun cas l'exercice d'une compétence qui soit contraire à la Convention sur le Droit de la mer.

Il faut se féliciter de l'adjonction de cet instrument aux conventions internationales sur la responsabilité civile nucléaire déjà en vigueur, et il faut espérer que, très rapidement, d'autres pays ratifieront cette convention, permettant ainsi son entrée en vigueur dans un avenir proche. ■

Notes

1. L'unité est définie comme 1 MW de puissance thermique, à savoir 1 MWth.
2. Chiffres tirés du *Power Reactor Information Service (PRIS)* de l'AIEA à la date du 4 mai 2007.
3. La législation nationale des États-Unis en la matière est le *Price-Anderson Act*, qui est la section 170 de l'*Atomic Energy Act* de 1954. Le *Price-Anderson Act* a été adopté en 1957 et sert aujourd'hui de fondement au régime de responsabilité et d'indemnisation régissant toutes les centrales nucléaires aux États-Unis.
4. La législation nationale des États-Unis et les dispositions des Conventions de Paris et de Vienne diffèrent essentiellement en ce que la responsabilité pour les dommages nucléaires est canalisée exclusivement sur l'exploitant nucléaire. Les Conventions de Vienne et de Paris prévoient une canalisation juridique au terme de laquelle l'exploitant est seul tenu juridiquement responsable des dommages nucléaires. En revanche, la législation des États-Unis prévoit une canalisation économique conformément à laquelle l'exploitant prend la charge de toutes les conséquences économiques du dommage nucléaire, même si d'autres personnes peuvent être tenues responsables du point de vue juridique. Des personnes autres que l'exploitant nucléaire responsable peuvent être indemnisées si elles ont à supporter des coûts du fait de cette responsabilité juridique.
5. Ces droits correspondent à environ 454 M USD ou à 336 M EUR.

Une nouvelle étude de l'AEN consacrée aux risques et avantages de l'énergie nucléaire



En publiant l'étude intitulée *Risques et avantages de l'énergie nucléaire*, l'AEN met à la disposition des décideurs un nouvel outil qui leur sera utile. L'étude rassemble des informations fiables et des données caractéristiques montrant comment les risques et les avantages de l'énergie nucléaire peuvent être évalués à la lumière d'objectifs de développement durable. En s'appuyant sur les recherches consacrées actuellement à la production d'électricité nucléaire et non nucléaire, les auteurs mettent en évidence des mesures qualitatives et, le cas échéant, quantitatives des risques et avantages associés à cette technologie.

Sur la base d'un grand nombre d'évaluations des systèmes énergétiques et de mesures du développement durable, l'étude recense des indicateurs permettant de mesurer les dimensions économiques, environnementales et sociales constitutives d'une approche du développement durable. Ces indicateurs ont été choisis pour leur robustesse scientifique, leur pertinence fonctionnelle et leur facilité d'application. Des considérations économiques, comme les coûts de production, la sensibilité de la technologie aux fluctuations des prix du combustible et son utilisation des ressources énergétiques et non énergétiques répondent, selon l'étude, à ces critères. Les émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation des sols et les risques d'accidents graves sont quelques-uns des facteurs environnementaux mis en évidence. Alors que les facteurs sociaux sont souvent difficiles à quantifier, la création d'emplois, l'impact sur la santé

et les risques de prolifération remplissent les critères choisis pour pouvoir être inclus dans l'étude.

Des outils d'aide à la décision, comme l'évaluation des coûts externes et l'analyse décisionnelle multicritère (ADM), sont décrits en détail dans l'étude qui donne également des exemples pour illustrer leur application. Les coûts externes de l'énergie sont ceux qui sont subis par la société et l'environnement mais ne font pas partie des coûts supportés par les producteurs et les consommateurs. L'analyse ADM peut être utilisée pour faciliter une représentation plus holistique des critères sociaux et améliorer la qualité et la transparence du débat entre les décideurs et les autres parties prenantes. Ces outils, qu'ils soient utilisés ensemble ou séparément, peuvent aider les décideurs à interpréter les résultats si souvent complexes des études d'évaluation comparatives.

Le concept de développement durable est bien établi, et son importance dans l'élaboration des politiques dans le secteur énergétique est largement reconnue. Néanmoins, à ce jour, il a été peu appliqué dans la pratique pour mettre en œuvre des bouquets énergétiques durables. En effet, les décideurs sont confrontés à la difficulté de concilier les interactions entre les trois dimensions du développement durable et, si nécessaire, de trouver des compromis. La publication *Risques et avantages de l'énergie nucléaire* est un outil destiné à aider les décideurs à relever ce défi. ■

ISBN 978-92-64-03554-6. 96 pages.

Prix : € 24, US\$ 29, £ 17, ¥ 3 300.

Disponible sur www.oecdbookshop.org.

Nouvelles publications

Intérêt général

Rapport annuel 2006

ISBN 978-92-64-99004-3. Gratuit : versions papier ou web.



Aspects économiques et techniques du cycle du combustible nucléaire

Données sur l'énergie nucléaire 2007/Nuclear Energy Data 2007

ISBN 978-92-64-03453-2. Prix : € 30, US\$ 39, £ 21, ¥ 4 100.

Cette nouvelle édition des *Données sur l'énergie nucléaire*, publication annuelle de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire qui rassemble les données statistiques essentielles de ce secteur dans les pays de l'OCDE, présente des prévisions qui pour la première fois vont jusqu'en 2030, ainsi que des informations sur la mise en œuvre de capacités d'enrichissement par centrifugation dans les pays membres. Cet ouvrage offre au lecteur un tour d'horizon complet et facile à consulter de la situation et des tendances dans les divers secteurs du cycle du combustible nucléaire, et notamment des informations qui font autorité à l'intention des décideurs publics, des experts et des chercheurs travaillant dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Gestion des matières fissiles et fertiles recyclables

ISBN 978-92-64-03256-9. Prix : € 30, US\$ 39, £ 21, ¥ 4 100.

L'intérêt pour l'énergie nucléaire va croissant dans de nombreux pays en raison de sa capacité d'accroître la sécurité d'approvisionnement énergétique et de réduire les émissions de gaz à effet de serre du secteur électrique. Dans ce contexte, les matières recyclables deviennent un atout pour élargir la base des ressources de combustible nucléaire à moyen et à long termes. Ce rapport dresse un bilan général des stocks de matières fissiles et fertiles recyclables susceptibles d'être réutilisées dans les combustibles nucléaires. Il passe en revue les solutions disponibles pour la gestion de ces matières, que ce soit par leur recyclage et/ou leur stockage définitif. La valeur énergétique potentielle des matières recyclables est évaluée en tenant compte de la variabilité du contenu énergétique récupérable pour différentes matières en fonction des choix technologiques et stratégiques faits par les détenteurs des matières.

Innovation dans la technologie nucléaire

ISBN 978-92-64-00662-1. Prix : € 45, US\$ 60, £ 32, ¥ 6 200.

L'innovation a été un élément majeur dans le déploiement réussi de l'énergie nucléaire et demeure essentielle aujourd'hui pour son avenir durable. Dans la mesure où l'énergie nucléaire est une option intéressante pour assurer la diversité et la sécurité de l'approvisionnement énergétique et pour lutter contre le risque de réchauffement planétaire, la façon de poursuivre l'innovation dans ce domaine est une question importante pour l'industrie et les gouvernements intéressés. Afin de favoriser l'innovation dans le secteur nucléaire, des discussions plus approfondies sont indispensables sur les moyens de la promouvoir et une meilleure connaissance des mécanismes de l'innovation nucléaire est nécessaire. Ce rapport présente un panorama de l'état de l'art concernant les systèmes actuels d'innovation dans le domaine nucléaire, notamment ses axes majeurs, ses principaux acteurs, ses cadres institutionnels et juridiques et l'infrastructure pour la gestion des compétences et des programmes. Il propose également des recommandations stratégiques formulées à partir de rapports et d'études de cas fournis par les pays participants.

Ressources, production et demande de l'uranium : un bilan de quarante ans

« Rétrospective du Livre rouge »

ISBN 978-92-64-02808-0. Prix : € 90, US\$ 121, £ 64, ¥ 12 500.

La première parution du « Livre rouge », préparé conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), remonte à 1965 et, depuis lors, il s'est imposé à travers le monde comme un ouvrage de référence sur l'uranium. En 40 ans d'existence, le Livre rouge a accumulé une impressionnante moisson de données officielles fournies par les gouvernements. La « Rétrospective du Livre rouge » a été entreprise pour collecter, rassembler, analyser et publier toutes les informations clés recueillies dans les 20 éditions du Livre rouge parues entre 1965 et 2004. Par ailleurs, c'était l'occasion de compléter certaines informations afin de présenter un état des lieux aussi achevé et exhaustif que possible. Au final, la Rétrospective du Livre rouge dresse un tableau évolutif complet du secteur de l'uranium à l'échelle mondiale dans les domaines suivants : prospection, ressources, production, besoins liés aux réacteurs, inventaires et prix. On y examine dans le détail le chemin parcouru par les grands pays producteurs d'uranium, notamment l'Allemagne (y compris l'ex-République démocratique allemande), l'Australie, le Canada, les États-Unis, la Fédération de Russie (y compris l'ex-Union des républiques socialistes soviétiques) et la France. Ainsi peut-on, pour la première fois, obtenir une vision globale de la production et de la demande annuelles et cumulées d'uranium depuis l'avènement de l'ère atomique. Outre les données chronologiques et les documents connexes, on trouvera dans la Rétrospective du Livre rouge des analyses d'experts qui jettent une lumière nouvelle sur certaines dimensions importantes du secteur comme : le coût des découvertes, les ratios entre ressources et production, et le délai qui sépare la découverte de la production, entre autres. En conclusion, la Rétrospective du Livre rouge met à la disposition du public une somme d'informations sans équivalent sur le secteur de l'uranium, depuis la naissance de l'énergie nucléaire civile jusqu'à l'aube du 21^{ème} siècle.

Risques et avantages de l'énergie nucléaire

ISBN 978-92-64-03554-6. Prix : € 24, US\$ 29, £ 17, ¥ 3 300.

Dans le cadre des politiques de développement durable, la prise de décision en matière d'énergie doit s'appuyer sur des arbitrages soigneusement étudiés pour prendre en compte, autant que faire se peut, tous les avantages et les inconvénients des différentes options du point de vue économique, environnemental et social. Ce rapport examine les différents aspects de la chaîne nucléaire et d'autres chaînes de production d'électricité. Il donne pour chacune d'elles des exemples d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs relatifs à la compétitivité économique, à l'impact environnemental (émissions atmosphériques et flux de déchets solides par exemple) et aux aspects sociaux (incidences sur l'emploi et la santé entre autres). Ce rapport intéressera les décideurs et les analystes des secteurs énergétique et électrique. Il contient des données qui font autorité et des références à des ouvrages publiés sur l'analyse des chaînes énergétiques qui peuvent servir de base à la prise de décision.

Sûreté et réglementation nucléaires

Avis techniques du CSIN – N° 9

EPS de niveau 2 des centrales nucléaires

ISBN 978-92-64-99009-8. Gratuit : versions papier ou web.

Cet avis technique représente le consensus des analystes de risque dans les pays membres de l'AEN sur l'état de l'art en matière d'études probabilistes de sûreté (EPS) et leurs applications à la gestion des accidents dans les centrales nucléaires. Les EPS de niveau 2 modélisent les phénomènes susceptibles de survenir après l'amorce d'une détérioration du cœur, de compromettre l'intégrité du confinement et d'entraîner le rejet de matières radioactives dans l'environnement. L'objectif de ce document est d'offrir aux décideurs dans ce domaine un avis technique clair sur l'état de l'EPS telle qu'elle est utilisée dans l'industrie.

Benchmarking of CFD Codes for Application to Nuclear Reactor Safety

Workshop Proceedings, Garching (Munich), Germany, 5-7 September 2006

Gratuit : CD-ROM ou web.

Evaluation of Uncertainties in Relation to Severe Accident and Level-2 Probabilistic Safety Analysis ^{vo}

Workshop Proceedings, Aix-en-Provence, France, 7-9 November 2005

Gratuit : CD-ROM ou web.

Nuclear Safety Research in OECD Countries ^{vo}

Support Facilities for Existing and Advanced Reactors (SFEAR)

ISBN 978-92-64-99005-0. Gratuit : versions papier ou web.

^{vo} VO = existe en anglais seulement

Radioprotection

Cinquante ans de radioprotection

Rapport commémoratif du 50^{ème} anniversaire du CRPPH

ISBN 978-92-64-99018-0. Gratuit : versions papier ou web.

Le 21 mars 1957, le Comité de direction de l'énergie nucléaire de l'Organisation européenne de coopération économique créait le groupe de travail sur la santé publique et la sécurité. Depuis cette époque lointaine, la protection radiologique est au cœur de l'activité de ce qui allait devenir l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire. Cinquante ans plus tard, le Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) a commandé cette chronique d'un demi-siècle de travaux et de réalisations. Tout au long de cette période, il a identifié, débattu et traité les grands thèmes liés à la radioprotection. Ce rapport fait revivre cette histoire en resituant les grandes questions dans le contexte de leur époque et en mettant en scène les personnalités qui ont eu à les traiter. Ce sont les évolutions et les considérations passées qui conditionnent notre aptitude à évaluer et gérer les risques radiologiques d'aujourd'hui ainsi qu'à faire face aux défis attendus ou probables de demain. Le CRPPH se doit donc d'accorder toute son importance à cet héritage dans la perspective de cinquante nouvelles années d'activité.

Le droit de la protection radiologique de l'environnement

État des lieux

ISBN 978-92-64-99001-2. Gratuit : versions papier ou web.

Cette publication présente les résultats d'une étude de la législation internationale, européenne et nationale destinée à assurer la protection de l'environnement contre les rayonnements ionisants. Les législations nationales concernées comprennent celles de l'Australie, du Canada, des États-Unis, de la France, du Japon et du Royaume-Uni. L'étude a permis d'évaluer la qualité de la protection radiologique de l'environnement, d'identifier les points forts et les faiblesses des méthodes actuelles et de dégager les tendances de la réglementation. Cet ouvrage s'adresse aux autorités de radioprotection et aux responsables des politiques dans ce domaine ainsi qu'à ceux qui s'intéressent d'une manière générale à la réglementation environnementale.

Occupational Exposures at Nuclear Power Plants ^{vo}

Fifteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2005

ISBN 978-92-64-99010-4. Gratuit : versions papier ou web.

La radioprotection aujourd'hui et la voie du développement durable

ISBN 978-92-64-99014-2. Gratuit : versions papier ou web.

La science et la pratique de la radioprotection n'ont cessé d'évoluer depuis que l'on a commencé à prendre conscience des effets des rayonnements sur la santé au début du 20^e siècle. Au vu des changements, notamment au cours des 10 à 15 dernières années, ainsi que de l'évolution récente des valeurs et jugements sociaux, le Comité de l'AEN de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) a jugé utile d'identifier d'éventuels futurs défis ainsi que des problèmes actuels qui appelleront de nouvelles approches pour parvenir à des décisions durables. Ce rapport décrit de façon concise les principaux défis, selon le CRPPH, pour la politique, la réglementation et l'application de la radioprotection que l'on voit poindre aujourd'hui ou qui se dessinent à l'horizon. Sans proposer de solution à ces questions, il expose les principaux aspects et pressions, tenant en compte l'évolution de la science et de la société et l'accumulation d'expérience, afin que les pouvoirs publics puissent être mieux à même de prévoir ces défis et préparés à bien les affronter.

Gestion des déchets radioactifs

Créer un lien durable entre une installation de gestion de déchets et sa collectivité d'accueil

Valeur ajoutée à travers la conception et les processus

ISBN 978-92-64-99016-6. Gratuit : versions papier ou web.

Tout projet de gestion de déchets radioactifs à long terme durera vraisemblablement des décennies, voire des siècles. Il nécessitera un site et influera de bien de manières sur la communauté environnante pendant toute cette période. L'adoption d'une solution durable d'un commun accord est essentielle à sa réussite. Le présent rapport identifie plusieurs éléments de conception (notamment des caractéristiques d'ordre fonctionnel, culturel et physique) pouvant favoriser l'instauration d'un lien durable entre l'installation et sa collectivité d'accueil, grâce à l'amélioration de ses perspectives de qualité de vie sur plusieurs générations.

Engineered Barrier Systems (EBS) in the Safety Case: The Role of Modelling ^{VO}

Workshop Proceedings, La Coruña, Spain, 24-26 August 2005

ISBN 978-92-64-00664-5. Prix : € 45, US\$ 60, £ 32, ¥ 6 200.

Implication des parties prenantes dans le déclassement des installations nucléaires

Enseignements internationaux

ISBN 978-92-64-99012-8. Gratuit : versions papier ou web.

Un nombre significatif d'installations nucléaires devra être démantelé dans les prochaines décennies. Dans ce contexte, les pays membres de l'AEN accordent de plus en plus d'importance à l'implication des parties prenantes dans les processus de prise de décision. Cette étude passe en revue l'expérience acquise afin d'identifier d'une part les questions que les parties prenantes posent et d'autre part les meilleures approches pour y répondre. Les enseignements sur la fin du cycle de vie de ces installations peuvent aussi contribuer à mieux prévoir la localisation et la construction d'installations nouvelles. Ce rapport intéressera tous les acteurs principaux dans le domaine du déclassement, et notamment les politiques, les exploitants, les régulateurs et les représentants des communautés locales.

Linkage of Geoscientific Arguments and Evidence in Supporting the Safety Case ^{VO}

Second AMIGO Workshop Proceedings, Toronto, Canada, 20-22 September 2005

ISBN 978-92-64-01966-9. Price: € 50, US\$ 65, £ 36, ¥ 6 900.

The NEA Co-operative Programme on Decommissioning A Decade of Progress ^{VO}

ISBN 92-64-02332-1. Free: paper or web.

Droit nucléaire

Bulletin de droit nucléaire

ISSN 0304-3428. Prix : € 99, US\$ 125, £ 68, ¥ 13 400.

Considéré comme l'ouvrage de référence en la matière, le *Bulletin de droit nucléaire* est une publication internationale unique en son genre où juristes et universitaires peuvent trouver une information à jour sur l'évolution de ce droit. Publié deux fois par an en anglais et en français, il rend compte du développement des

législations dans une soixantaine de pays du monde entier. Il tient le lecteur informé de la jurisprudence, des décisions administratives, des accords internationaux et des activités réglementaires des organisations internationales, dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Sciences nucléaires et Banque de données

Boiling Water Reactor Turbine Trip (TT) Benchmark

Volume III: Summary Results of Exercise 2

ISBN 92-64-02331-3. *Gratuit : versions papier ou web.*

Burn-up Credit Criticality Benchmark

Phase II-D: PWR-UO₂ Assembly, Study of Control Rod Effects on Spent Fuel Composition

ISBN 92-64-02316-X. *Gratuit : versions papier ou web.*

Handbook on Lead-bismuth Eutectic Alloy and Lead Properties, Materials Compatibility, Thermal-hydraulics and Technologies

ISBN 978-92-64-99002-9. *Gratuit : versions papier ou web.*

Mixed-oxide (MOX) Fuel Performance Benchmark

Summary of the Results for the Halden Reactor Project MOX Rods

ISBN 978-92-64-99019-7. *Gratuit : versions papier ou web.*

Physics of Plutonium Recycling

Volume VIII: Results of a Benchmark Considering a High-temperature Reactor (HTR) Fuelled with Reactor-grade Plutonium

ISBN 978-92-64-99007-4. *Gratuit : versions papier ou web.*

Volume IX: Benchmark on Kinetic Parameters in the CROCUS Reactor

ISBN 978-92-64-99020-3. *Gratuit : versions papier ou web.*

Pressurised Water Reactor MOX/UO₂ Core Transient Benchmark

Final Report

ISBN 92-64-02330-5. *Gratuit : versions papier ou web.*

Reference Values for Nuclear Criticality Safety

ISBN 92-64-02333-X. *Gratuit : versions papier ou web.*

Speciation Techniques and Facilities for Radioactive Materials at Synchrotron Light Sources

Workshop Proceedings, Karlsruhe, Germany, 18-20 September 2006

ISBN 978-92-64-99006-7. *Gratuit : versions papier ou web.*

Où acheter les publications de l'AEN

En Amérique du Nord :

OECD Publications, c/o Turpin Distribution

The Bleachery, 143 West Street, New Milford, CT 06776, USA
Tél. : +1 (800) 456 6323 ; Fax : +1 (860) 350 0039
E-mail : oecdna@turpin-distribution.com

Dans le reste du monde :

OECD Publications, c/o Turpin Distribution

Pegasus Drive, Stratton Business Park, Biggleswade, Bedfordshire, SG18 8QB, UK
Tél. : +44 (0) 1767 604960 ; Fax : +44 (0) 1767 601640
E-mail : oecdrow@turpin-distribution.com

Commandes en ligne : www.oecd.org/bookshop

Visualisez les titres de l'OCDE à www.oecd.org/bookshop. Commandez un ouvrage et téléchargez-le au format PDF. Économisez 20 % en n'achetant que le fichier PDF.

Paiement sécurisé par carte bancaire.

Où commander nos publications gratuites

Service des publications de l'AEN

12, boulevard des Îles, F-92130 Issy-les-Moulineaux, France
Tél. : +33 (0)1 45 24 10 15 – Fax : +33 (0)1 45 24 11 10
E-mail : neapub@nea.fr – Internet : www.nea.fr

**Visitez notre site web :
www.nea.fr**

Les Éditions de l'OCDE, 2 rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE – ISSN 1605-959X

2007 World Directory of Nuclear Utility Management

Nineteenth Edition - 2007

World Directory of
**Nuclear Utility
Management**

**Now
Available**

The nineteenth edition includes:

- Worldwide plant listings, including operating plants and those under construction
- Addresses and more than 3,000 names of key nuclear utility personnel, both corporate and plant management
- More than a thousand changes from the 2006 edition
- Now available: utility listings on CD-ROM



To place an order, please mail check to American Nuclear Society,
97781 Eagle Way, Chicago, IL 60678-9770

PHONE: 708/579-8210 • FAX: 708/579-8314

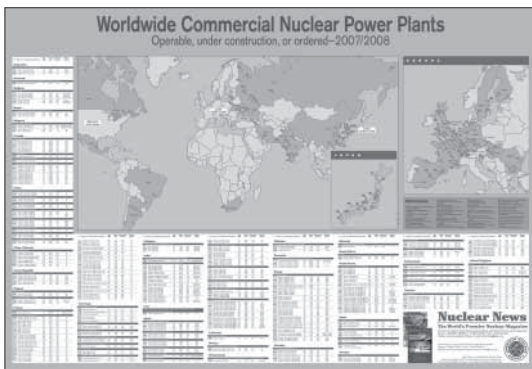
E-MAIL: scook@ans.org • WEB: www.ans.org/store/vc-hndr

American Express, MasterCard, Visa, and Diners Club accepted

\$300 PRINT EDITION ONLY / \$850 PRINT EDITION WITH CD-ROM



Now Available: Updated 2007/2008 Maps



The Nuclear News U.S. and Worldwide commercial nuclear power plant wall maps show the location of all plants that are operable, under construction, or ordered. Tabular information includes each reactor's net MWe, design type, date of commercial operation (actual or expected), and reactor supplier.

ORDER INFORMATION

U.S. and World maps are just \$18 each (USD), plus shipping (prepaid).

Combo order (one of each) is \$34 (USD), plus shipping (prepaid).

Contact: Sue Cook, ANS Accounting Department

Phone: 708-579-8210 • Email: scook@ans.org

Online: www.ans.org/pubs/maps



ADDITIONAL SHIPPING CHARGES

All maps are sent "rolled" (unfolded) mailed in shipping tubes.

Single Map Order

Quantity	Cost (USD)
1-6	33.00
7-12	45.00
13-20	52.00
21-40	62.00
Over 40	72.00

Combo Orders

Quantity	Cost (USD)
1-3	33.00
4-6	45.00
7-10	52.00
11-20	62.00
Over 20	72.00

Actual map dimensions: - 39.5" x 27" U.S. nuclear power plants are shown on the U.S. map only, not on the worldwide map. The data in these maps are valid as of April 30, 2007.