

AEN Infos

2004 – N° 22.2

Dans ce numéro :

Les six aveugles, l'éléphant et la gestion des connaissances

Contraintes de dose : qu'en est-il aujourd'hui ?

Le rôle de l'énergie nucléaire dans une économie de l'hydrogène

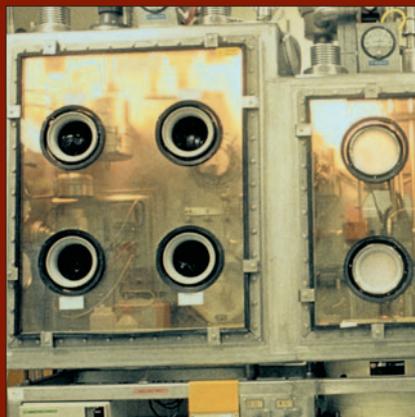


Évolution des modèles de gestion des déchets radioactifs

Sûreté des centrales nucléaires : services d'assistance technique et sous-traitants

Un démantèlement sûr, efficace et rentable

Projets communs de l'AEN



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 10
Fax : +33 (0)1 45 24 11 10

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'information, 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 :

Gail Marcus

Karen Daifuku

Cynthia Picot/Production/recherches

photographiques :

Solange Quarneau

Annette Meunier

Mise en page/graphiques :

Annette Meunier

Andrée Pham Van

Page de couverture : démantèlement à Windscale (UKAEA, Royaume-Uni), vue aérienne de la centrale nucléaire de Ringhals (Ringhals AB, Suède), travaux de recherche à Marcoule (Foulon, CEA, France).

Sommaire

Faits et opinions

Les six aveugles, l'éléphant et la gestion des connaissances

4

Contraintes de dose : qu'en est-il aujourd'hui ?

7

Actualités

Le rôle de l'énergie nucléaire dans une économie de l'hydrogène

10

Évolution des modèles de gestion des déchets radioactifs

14

Sûreté des centrales nucléaires : services d'assistance technique et sous-traitants

18

Un démantèlement sûr, efficace et rentable

20

Nouvelles brèves

Projets communs de l'AEN

24

Nouvelles publications

28





L'énergie nucléaire revient sur le devant de la scène



Depuis le dernier numéro d'AEN Infos, de nombreux débats sur la politique énergétique à travers le monde ont projeté la question de l'énergie nucléaire sur le devant de la scène. À l'occasion de ces manifestations, un changement important a pu être constaté dans la position de nombreux groupes. Quelques événements méritent qu'on s'y arrête.

Le premier s'agit du Congrès mondial de l'énergie (CME) qui s'est tenu en Australie, à Sydney au mois de septembre. J'y ai constaté que les préoccupations concernant la sécurité des approvisionnements énergétiques, qu'il s'agisse de la disponibilité des ressources ou de l'accessibilité des prix, et la protection de l'environnement, notamment en ce qui concerne le changement climatique, incitaient actuellement beaucoup de responsables à revoir leurs politiques et à réévaluer les différentes options énergétiques, y compris le nucléaire. Pendant tout le congrès, et au cours de la session que j'ai présidée sur « L'énergie nucléaire : option inévitable ou hors de propos ? », les participants ont envisagé l'option nucléaire avec davantage d'intérêt qu'au cours des vingt dernières années.

Lors de la réunion plénière d'ouverture de la session d'hiver « Le nucléaire au 21^{ème} siècle – ensemble vers l'avenir » de la Société américaine pour l'énergie nucléaire (ANS) qui s'est tenue à Washington D.C., le Secrétaire général de l'OCDE, Donald Johnston, a souligné l'importance de la lutte contre le changement climatique et le rôle que peut jouer l'énergie nucléaire à cet égard.



D'autres intervenants ont aussi rappelé la mission des décideurs au sein de la communauté nucléaire et leur soutien de l'énergie nucléaire par le biais d'activités de recherche, de conception et de gestion.

L'expansion planifiée des programmes électronucléaires dans plusieurs pays d'Asie suit son chemin. De nouvelles évolutions commencent aussi à apparaître dans d'autres régions du globe. Ainsi, la Finlande et la France se préparent à construire des capacités supplémentaires, et le programme Nuclear Power 2010 se concrétise aux États-Unis. Par ailleurs, un groupe assez nombreux de pays dotés de programmes électronucléaires travaille au développement de la prochaine génération de réacteurs nucléaires dans le cadre du Forum international génération IV (GIF).

Dans ce contexte, l'AEN poursuit ses efforts en effectuant des études scientifiques, économiques et techniques à l'appui de la prise de décisions dans le domaine de l'énergie nucléaire. Ce nouveau numéro d'AEN Infos présente quelques-uns des domaines de recherche que privilégient actuellement les pays membres de l'AEN, y inclus la sécurité des installations nucléaires, la participation des acteurs intéressés à la gestion des déchets radioactifs et le déclassement dans le souci de la sécurité, de l'efficacité et de la rentabilité.

Luis E. Echávarri
Directeur général de l'AEN

Les six aveugles, l'éléphant et la gestion des connaissances

G. H. Marcus *

Avec le temps, la gestion des connaissances a pris de nombreuses acceptations pour différents groupes, parfois au sein de la même industrie ou du même secteur. Ses multiples facettes recouvrent des réalités variées qu'il est difficile de regrouper sous une étiquette commune. Le présent article propose un aperçu de la situation et décrit la contribution de l'AEN à cette activité.

Les débats sur la gestion des connaissances me rappellent parfois la parabole des aveugles et de l'éléphant, ou, pour employer un vocabulaire politiquement correct, « des non-voyants et de l'éléphant ». Ce poème raconte l'histoire de six aveugles qui rencontrent, pour la première fois, un éléphant et touchent diverses parties de son corps. « Tiens », s'écrie le premier après avoir senti l'une des fortes pattes de l'animal, « l'éléphant ressemble à un arbre ». « Pas du tout », rétorque le deuxième, en s'emparant de l'oreille du pachyderme, « il ne fait aucun doute que l'éléphant est une sorte d'éventail géant ». « Allons, allons », tente de raisonner le troisième, qui avait saisi la bête par la trompe, « c'est à un serpent que l'éléphant ressemble le plus ». À leur tour, les autres aveugles touchent le flanc, la défense et la queue de l'animal et le comparent successivement à un

mur, à une lance ou à une corde¹.

J'ai cité ce poème car j'ai souvent l'impression, à l'issue d'un débat consacré à la gestion des connaissances, que les diverses communautés nucléaires donnent une signification différente à ce concept et qu'elles ne partagent pas, par conséquent, la même perception des enjeux ou des problèmes qu'il renferme. Pour les enseignants, « gestion des connaissances » équivaut à enseignement, et la priorité doit être accordée à l'élaboration des programmes universitaires adaptés à la formation de la prochaine génération des spécialistes du nucléaire. Dans l'univers de l'entreprise, la gestion des connaissances est envisagée sous l'angle des avantages stratégiques qu'elle procure sur les marchés, et l'on juge primordiale la transmission du savoir de l'entreprise. Pour cer-

tains secteurs de l'industrie, la formation nucléaire est également une préoccupation majeure. Face à la fermeture d'installations de recherche et à l'annulation de projets engagés, les chercheurs s'inquiètent de la perte des données recueillies lors d'expériences antérieures et de la sauvegarde du savoir non documenté que détenaient leurs prédécesseurs.

Le tableau n'est en vérité pas si contrasté. La plupart d'entre nous se font une idée exacte des multiples dimensions du savoir nucléaire. Il n'en reste pas moins que les divers groupes de la communauté ne définissent pas de la même manière la gestion des connaissances et ont des opinions divergentes quant aux mesures prioritaires et, de fait, à l'affectation des ressources.

Un intérêt renouvelé pour l'énergie nucléaire

Il est temps que la communauté nucléaire réexamine ses méthodes de gestion des connaissances et affine sa stratégie pour l'avenir. Le nucléaire connaît un regain de popularité dans le monde. L'exploration des technologies des réacteurs avancés pose la question de l'utilisation qui sera faite des résultats des recherches antérieures (les modifications apportées aux installations actuellement en exploitation, jusques

* Mme Gail H. Marcus (gail.marcus@oecd.org) est Directrice générale adjointe de l'AEN.

et y compris le démantèlement de ces installations, reposent sur des données anciennes et dépendent de choix qui ont été faits au moment de la conception).

Plusieurs programmes internationaux ont été lancés pour étudier les aspects technologiques, entre autres, d'une nouvelle génération de centrales nucléaires. Le Forum international Génération IV (GIF) est une collaboration internationale entreprise afin de partager installations, ressources financières et expertise pour étudier la prochaine génération de réacteurs et d'installations de recherche. Le Projet international de l'AIEA sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible innovants (INPRO) a lui aussi pour objectif l'étude de nouveaux réacteurs.

Dans plusieurs pays, la fréquentation des filières universitaires consacrées au nucléaire enregistre un rebond, après avoir traversé une période de déclin. Le nombre d'inscriptions est en hausse, et de nouveaux cursus universitaires ont vu le jour. Par ailleurs, la création de réseaux universitaires régionaux est très prometteuse. Il s'agit de l'*Asian Network of Education in Nuclear Technology* (ANENT), du Réseau européen pour l'enseignement des sciences nucléaires (ENEN), du Réseau d'excellence universitaire en génie nucléaire (UNENE) au Canada, et, plus récemment, de la *World Nuclear University* (WNU).

Le rôle de l'AEN

Dans ce contexte, l'AEN et ses comités ont commencé à s'interroger sur la façon d'aider les pays dans leurs activités de gestion des connaissances. À première vue, décrire la gestion des connaissances comme un domaine d'activité « nouveau » pour l'AEN peut sembler saugrenu. La connaissance est la raison d'être de l'Agence qui a, tout au long de son histoire, largement contribué à tous les éléments traditionnels du savoir

nucléaire, sa production, son analyse, sa documentation, sa diffusion, sa sauvegarde ou sa transmission. Ses réalisations majeures comprennent notamment :

Dans le domaine de l'enseignement :

- Le succès continu de l'École internationale de droit nucléaire de l'AEN, créée auprès de l'Université de Montpellier, en France.
- À la demande des autorités roumaines, l'AEN a animé cette année un séminaire international sur le droit nucléaire et la protection de l'environnement, à l'Université de Cluj-Napoca en Roumanie.
- L'AEN s'associe aux efforts de la WNU depuis sa création et s'est engagée à y donner des cours de droit nucléaire.

Dans le domaine de la gestion et de la sauvegarde des données :

- La Banque de données de l'AEN fait depuis longtemps office de centre international de développement et de vérification des codes de calcul et de depositaire des données et des études analytiques.
- L'AEN travaille en collaboration avec d'autres centres de données, dont l'*Oak Ridge National Laboratory Radiation Safety Information Computational Center* (RSICC) aux États-Unis.
- L'AEN s'associe aussi à des initiatives spécifiques, comme l'analyse et l'évaluation de données tirées d'anciens calculs repères relatifs à la sûreté des expériences de criticité.

Dans le domaine de la production de savoir :

- L'AEN assure le secrétariat des groupes de travail techniques du GIF, qui sont en train de mettre au point des programmes de recherche sur des systèmes de réacteurs avancés.

- L'AEN poursuit sa mission de coordination des projets de recherche internationaux comme le *Projet Halden*.
- L'AEN a étudié les perspectives de coopérations internationales pour la mise au point de réacteurs nucléaires innovants.

Dans le domaine de la diffusion des connaissances :

- L'AEN enrichit toujours activement le fond documentaire par des études et analyses faisant autorité sur des sujets extrêmement techniques comme sur des questions de politique générale.
- L'AEN continue de parrainer ou de co-parrainer un grand nombre de conférences, symposiums, séminaires et ateliers, s'adressant pour certains à un large public, ou, au contraire, répondant aux besoins de domaines techniques très spécifiques.

Il va sans dire que la *gestion* des activités liées aux connaissances nucléaires est en perpétuelle évolution. La reprise des recherches sur les technologies avancées pose de nouveau la question de l'utilisation des archives sur les recherches antérieures. Assurément, l'exploitation des futures installations s'accompagnera d'une augmentation de la demande de personnel qualifié et formé. De plus, il y a certainement des enseignements à tirer du passé. Abandonner des recherches (par suite de modifications inopinées des financements) sans avoir pris la peine de considérer intégralement ce qui a été réalisé et pour quelles raisons, fait manifestement partie des erreurs regrettables du passé.

En plus de ses propres activités de gestion des connaissances, l'AEN peut fournir une assistance à ses pays membres dans ce domaine en commençant par prendre la mesure exacte des efforts de gestion des connaissances dans les divers pays. Pour ce faire, le Secrétariat travaillera en

En participant à un grand nombre de conférences, symposiums, séminaires et ateliers, l'AEN contribue largement à tous les éléments traditionnels du savoir nucléaire

- Enseignement
- Gestion et sauvegarde des données
- Production du savoir
- Diffusion des connaissances



collaboration avec les comités de l'AEN. L'Agence peut aussi aider les membres qui souhaitent se communiquer leurs meilleures pratiques en la matière et, à leur demande, conserver leurs données, codes ou analyses.

Toute personne s'intéressant à la gestion des connaissances est consciente du fait que les ressources qui peuvent être affectées à cette activité sont limitées. À titre d'illustration, on a besoin de nouvelles installations qui coûtent cher, mais on ne peut plus se permettre d'en avoir sur chaque campus et dans chaque pays. Il est donc plus judicieux de partager ces ressources rares, aussi bien à l'échelle nationale dans les grands pays, qu'entre pays. C'est pourquoi le vif intérêt manifesté pour les projets de recherche entrepris dans le cadre de collaborations internationales laisse augurer favorablement de l'avenir. De nombreux obstacles subsistent malgré tout, lorsqu'il s'agit notamment de choisir l'emplacement des nouvelles installations, ainsi qu'en témoigne, dans le domaine de la fusion, le projet ITER.

Par ailleurs, si certaines données d'expériences anciennes peuvent se révéler utiles, il importe de comprendre que l'analyse de ces données puisera dans les mêmes sources de financement que les nouvelles recherches. Des décisions éclairées devront être prises pour sélectionner les données anciennes qui valent la peine d'être récupérées et analysées. Cela implique des choix difficiles, en fonction d'une combinaison de facteurs, tels que l'intérêt des technologies aujourd'hui, la disponibilité des installations de recherche et les possibilités d'entreprendre de nouvelles activités, et l'état de préservation des anciennes données. Une ligne de conduite pour l'avenir consisterait à répartir les financements et les travaux de telle sorte que les programmes de recherche complètent et documentent l'analyse des données déjà recueillies, même si les priorités de la recherche changent. Plusieurs comités de l'AEN ont formulé des recommandations qui concernent des aspects spécifiques de la préservation des données. L'Agence s'efforcera de promou-

voir l'utilisation en les communiquant.

Comme la gestion des connaissances imprègne toutes les activités de l'AEN, il est peu probable que l'Agence lance une nouvelle initiative spécifiquement consacrée à ce sujet. La gestion des connaissances est plus vraisemblablement appelée à devenir une activité horizontale, sachant que des initiatives et pratiques dans ce domaine sont déjà réparties entre plusieurs comités et activités. Si cette initiative transversale semble, au premier abord, ne rien comporter de très novateur, nous considérons qu'elle peut contribuer, sans grand effort supplémentaire, à recentrer et à renforcer les projets en cours. Elle devrait apporter plus de cohérence aux activités de l'AEN et, nous l'espérons, également à celles de ses pays membres. ■

Note :

1. Il existe plusieurs versions de cette histoire. Les exemples cités sont tirés d'un poème intitulé « Les aveugles et l'éléphant », du poète américain John Godfrey Saxe (1816-1887). La métaphore vient de l'Inde et on lui connaît plusieurs sources.

Contraintes de dose : qu'en est-il aujourd'hui ?

T. Lazo *

L'évolution accélérée de la gouvernance publique et de la gestion des risques au début des années 90 a eu de profondes répercussions sur la protection radiologique. Pour répondre à ces évolutions sociétales, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a commencé en 1999 à ébaucher de nouvelles recommandations générales sur les principes et les préceptes fondamentaux de la protection radiologique. Le concept de contrainte de dose, en particulier, a considérablement évolué.

La CIPR a récemment parachevé un projet de révision des recommandations de protection radiologique, première révision de ce type depuis plus d'une décennie. Les principes fondamentaux, tels qu'énoncés dans la mouture la plus récente du projet, ont été présentés sous la référence RP05 à la conférence AIRP-11 en mai 2004, et publiés en juin pour commentaires sur le site web de la CIPR, en vue d'une approbation à mi-2005. Il apparaît que ces principes diffèrent sensiblement des précédentes recommandations.

Le présent article examine le nouveau concept de contraintes de dose, le compare à sa description dans la Publication 60 de la CIPR de 1990¹, et fait ressortir la nature des différences qui existent aujourd'hui entre l'ancien concept et le nouveau, suite à son évolution. Il donne aussi quelques idées sur la

façon dont le nouveau concept pourrait être mis en œuvre avec cohérence.

Les contraintes de dose aux termes de la Publication 60 de la CIPR

La Publication 60 a introduit le concept de contraintes de dose pour garantir que le processus d'optimisation de la protection radiologique ne créerait pas « d'iniquités ». Le terme « d'iniquité » renvoie ici à la possibilité que, dans un schéma optimisé de protection, certains individus soient beaucoup plus exposés que la moyenne. Un exemple d'iniquité consisterait à utiliser un petit nombre de travailleurs pour effectuer une tâche, ce qui les exposerait à une dose relativement élevée, plutôt que d'utiliser un grand nombre de travailleurs recevant une dose individuelle plus faible. Ce concept est présenté au

paragraphe 121 de la Publication 60.

De façon générale, la Publication 60 caractérise les contraintes de dose comme :

- s'appliquant *uniquement* aux situations maîtrisées, appelées « pratiques »,
- numériquement inférieures aux limites de dose,
- instaurées par les autorités de sûreté nationales,
- quantitativement représentatives, pour l'exposition professionnelle, des expositions que l'on peut encourir lors « d'opérations bien conduites », et basées sur des fractions de la dose limite au public, en fonction du nombre de sources auxquelles un groupe critique se trouve exposé,
- plafonnées à 20 mSv par an pour les contraintes de doses professionnelles,
- et inférieures à 1 mSv par an pour le public.

Dans la Publication 60, ce concept est distinct de celui de la protection des travailleurs ou du public en cas d'accidents ou vis-à-vis de situations préexistantes. Pour ces situations, la CIPR préconise d'instaurer des « niveaux de référence », *au-dessus desquels* une forme d'action est requise pour remédier à la situation (§ 257). Pour les situations d'urgence, on parle de niveaux d'intervention (§ 221). Pour les situations préexistantes, comme l'exposition au radon, on parle de niveaux d'action (§ 217). Au-dessous de

* M. Ted Lazo (lazo@nea.fr) travaille à la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN.

ces niveaux de référence, la Commission est d'avis qu'aucune action de protection ne sera généralement nécessaire.

Les contraintes de dose dans le nouveau projet de recommandations de la CIPR

Suite à des critiques faisant état de quelques incohérences dans la Publication 60, et afin de simplifier et consolider ses recommandations, la Commission énonce aujourd'hui dans la RP05 que *toutes* les situations d'exposition seront prises en compte conceptuellement au travers du processus de contrainte d'optimisation. Cela signifie que des contraintes de dose seront instaurées aussi bien pour les situations maîtrisées (précédemment appelées pratiques) que pour les situations accidentelles et préexistantes (précédemment appelées interventions). Dans chacune de ces situations, on fixe une contrainte de dose dont le dépassement ne devrait pas être autorisé, et en deçà de laquelle l'optimisation doit être recherchée. Le dépassement de ces contraintes de dose serait considéré comme une *défaillance*, comme il est expliqué aux paragraphes 132 et 133 de la RP05.

Par rapport au concept de contrainte de dose de la Publication 60, c'est là une évolution significative, pour plusieurs raisons. Dans ses recommandations de la Publication 60, la Commission considérait les limites de dose, implicitement au moins, comme l'outil de mesure réglementaire privilégié pour statuer sur la conformité. Avec la RP05, le dépassement (considéré comme une *défaillance*) d'une contrainte de dose va devenir l'indicateur principal de non-conformité vis-à-vis des exigences réglementaires.

La nouvelle recommandation propose que, pour *toute* situation, on fixe un niveau d'exposition prédéfini dont le dépassement ne devrait pas être

autorisé. La Publication 60 distingue deux principaux types de situations. Elle considère que dans les situations « maîtrisées », prévisibles, il est possible de contrôler et de limiter les expositions, par réglementation, afin de rester en deçà d'une valeur prédéfinie. Dans les situations où il est par essence impossible d'empêcher les doses, comme dans le cas d'un accident ou d'une situation préexistante due aux expositions naturelles (par exemple au radon), il paraît pratiquement impossible de prédéfinir un niveau de dose réglementaire au-delà duquel les individus ne devraient pas être exposés. En fait de quoi des niveaux d'intervention ont été recommandés, niveaux au-delà desquels une forme d'action serait à entreprendre. Aujourd'hui, la Commission énonce que, pour *toutes* les situations, on peut fixer des niveaux de doses réglementaires tels que des actions de planification, de préparation et de protection qui soient effectivement en mesure d'empêcher que des individus ne dépassent la contrainte de dose prédéfinie. Ceci peut constituer un outil de conformité, aussi bien pour planifier à l'avance que pour analyser rétrospectivement.

Nombreux sont ceux qui voient dans ces modifications un écart significatif par rapport à la doctrine antérieure de la CIPR. En particulier, si l'on définit le dépassement d'une contrainte comme une *défaillance*, alors les organismes réglementaires pourraient interpréter les contraintes de dose plutôt comme des limites impliquant un respect obligatoire. Considérer comme telles les contraintes, tout en les définissant comme strictement inférieures aux limites de dose (dans les situations où les limites s'appliquent), reviendrait à rendre plus sévères les exigences réglementaires. Cependant, aucun fait scientifique nouveau ne justifie d'abaisser ainsi dans les faits les limites d'exposition.

En outre, les contraintes de dose antérieurement utilisées pour réglementer les situations d'interventions étaient construites autour d'une notion de niveau de référence, au-delà duquel il convenait d'agir, et en deçà duquel ce n'était très probablement pas nécessaire. Depuis lors, c'est sur cette base que les organismes réglementaires nationaux et les organisations internationales se sont appuyés. Passer aujourd'hui à un concept de « plafond » applicable à toutes les situations, et en deçà duquel il faudrait rechercher l'optimisation, pourrait nécessiter un changement significatif en matière de réglementation et de procédures, ainsi qu'un changement « d'état d'esprit » des régulateurs comme des acteurs.

Une démarche de mise en œuvre possible

Et pourtant, si l'on s'engageait dans cette voie, la mise en œuvre de la protection radiologique s'en trouverait-elle vraiment modifiée ? Dans l'esprit de la Publication 60, l'optimisation est requise en toutes situations.

Pour les pratiques, cela s'est traduit par l'utilisation de limites et de contraintes, et par l'obligation d'optimiser la protection au-dessous de ces valeurs de sorte que les doses résiduelles soient aussi faibles que raisonnablement possible (ALARA). Cette démarche se retrouve à l'identique dans la doctrine de la Publication 60 et dans la nouvelle.

Pour les interventions en situations accidentelles, cela s'est traduit par l'obligation d'optimiser la nature et la durée de l'intervention pour limiter les doses autant que raisonnablement possible, c'est-à-dire pour réduire les doses au minimum par rapport à une absence d'intervention. Ainsi, en pratique, l'optimisation est à nouveau requise.

Par exemple, lorsque les expositions prévues approchent



P. Béranger, EDF, France

La mise en œuvre de la protection radiologique prend plusieurs formes.

des niveaux susceptibles d'induire des effets déterministes, il est nécessaire d'intervenir pour prévenir ces expositions. Dans la pratique, cela revient à instaurer une frontière, un plafond au-dessous duquel il faut optimiser. Lorsqu'on a fixé les niveaux d'intervention pour l'évacuation, la mise à l'abri ou la prise d'iode stable, on a eu recours implicitement à un argument du même ordre au regard du risque « significatif » d'effets stochastiques. Même à des doses plus faibles, l'obligation d'optimisation conduirait généralement à des solutions de protection éliminant plus de doses que ne le préconise le niveau d'intervention, ce qui revient à agir concrètement *en deçà* du niveau d'intervention, comme le préconise le nouveau concept.

Si l'on s'intéresse maintenant à la protection contre l'exposition dans les situations préexistantes, comme le radon dans les habitations, le même argument s'applique. De façon générale, l'approche de la Publication 60 a conduit les autorités de sûreté nationales à établir un niveau au-delà duquel il

serait de plus en plus nécessaire d'agir de quelque façon pour réduire les expositions. Le nouveau concept recommande aux autorités de sûreté nationales d'utiliser les contraintes de dose recommandées par la CIPR comme un plafond, pour mener ensuite une optimisation générique afin de déterminer un niveau en deçà duquel les actions en réduction de dose seraient généralement non nécessaires. En pratique, les deux approches conduisent donc au même résultat.

Au final, l'approche proposée dans la RP05 semble présenter quelques avantages :

- Une approche uniforme pour toutes les situations est plus facile à comprendre et à expliquer.
- Le processus est intrinsèquement mené par les parties prenantes, au bon niveau et entre acteurs pertinents.
- Le processus est souple intrinsèquement, car il se base sur l'optimisation, et l'optimisation aboutit lorsque les parties prenantes conviennent d'une protection optimale, de sorte que des solutions pertinentes, qui prennent en compte les réalités locales, puissent voir le jour.

Les modalités pratiques d'application seront déterminantes

Reste pourtant une question pratique, celle du choix des valeurs numériques des nouvelles contraintes de dose. Comme nous l'avons dit précédemment, en l'absence de fait scientifique nouveau de nature à modifier notre compréhension des risques liés aux rayonnements, rien ne justifie de sévérer les réglementations visant à la maîtrise de l'exposition. Toutefois, pour les situations maîtrisables en particulier, alors que de nombreuses voix réclament aujourd'hui publiquement que les contraintes soient fixées au-dessous des limites réglementaires, la crainte

se fait jour que les expositions professionnelles puissent être contraintes à un niveau inférieur à 20 mSv par an, et les expositions du public à moins de 1 mSv par an.

On peut aussi mentionner la préoccupation exprimée par certains quant à une perte intrinsèque de souplesse, si une contrainte d'exposition professionnelle de 20 mSv par an venait à remplacer les limites de dose actuellement fixées à 100 mSv sur cinq ans, sans dépasser 50 mSv sur une année quelconque. L'application pratique des nouvelles recommandations par les autorités de sûreté nationales montrera si ces craintes sont fondées ou non.

Conclusions

La nouvelle contrainte de dose proposée par la CIPR paraît cohérente avec l'approche de la Publication 60 (en tant que plafond pour l'optimisation), mais il semble qu'on l'applique à un éventail de situations beaucoup plus vaste (toutes les expositions et non plus seulement celles des pratiques maîtrisées). Cette simplification serait bienvenue et procurerait un avantage en termes d'applicabilité et de facilité de présentation. Toutefois, la façon dont les autorités de sûreté interpréteront et appliqueront la nouvelle approche va déterminer l'ampleur des modifications « sur le terrain ». À mesure que les discussions passent de la « doctrine CIPR » à « l'application des recommandations CIPR », le thème des contraintes de dose va très certainement continuer d'occuper une place centrale dans les débats. ■

Note

1. La Publication 60 de la CIPR de 1990 contient les recommandations qui servent de référence à la plupart des réglementations nationales de protection radiologique.

Le rôle de l'énergie nucléaire dans une économie de l'hydrogène

E. Bertel, K.-S. Lee, C. Nordborg *

Dans l'économie actuelle reposant sur les combustibles fossiles, les véhicules consomment surtout des produits pétroliers et un nombre important de centrales électriques brûlent surtout des combustibles fossiles. Cette économie sera difficile à maintenir dans les décennies à venir, en raison de la limitation des ressources naturelles et des effets dommageables de la combustion des combustibles fossiles, sur l'environnement, au plan local (pollution urbaine), régional (pluies acides) et mondial (changement climatique).

L'économie de l'hydrogène apparaît dès lors comme un scénario alternatif. L'hydrogène y jouerait un rôle majeur dans les systèmes énergétiques et remplacerait les combustibles fossiles dans tous les secteurs de l'économie. Il peut être produit, à partir de différentes énergies primaires, disponibles localement dans la plupart des pays, ainsi qu'à partir de formes d'énergie qui n'émettent pratiquement pas de carbone comme les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire. L'économie de l'hydrogène améliorerait donc la sécurité d'approvisionnement en énergie et la qualité de l'environnement. L'hydrogène est un vecteur énergétique qui peut

être stocké en grandes quantités, à la différence de l'électricité, et converti en électricité au stade de l'utilisation finale dans des piles à combustible qui ne rejettent que de la chaleur et de l'eau. Il peut également être utilisé dans des turbines à combustion et des moteurs à piston pour produire de l'énergie avec une émission de polluants proche de zéro.

Bien que la production d'hydrogène ne dépasse pas aujourd'hui quelque 50 millions de tonnes par an et qu'une grande part de cette production ne soit pas consacrée à la fourniture d'énergie, les besoins d'hydrogène, comme source d'énergie, pourraient devenir considérables, en particulier si les véhicules à piles à combustible étaient commercialisés à grande échelle. Ainsi, un parc mondial de 300 millions de véhicules équipés de piles à combustible (scénario haut, à l'horizon 2050, élaboré par le Comité sur les alternatives et les stratégies futures pour la production et l'utilisation de l'hydrogène aux États-Unis) consommerait environ 120 millions de tonnes d'hydrogène par an.

L'avènement d'une économie de l'hydrogène nécessiterait de vastes infrastructures de

soutien, représentant des investissements considérables, qu'il ne serait pas facile de financer. À l'heure actuelle, les technologies de production, de transport, de stockage et de conversion de l'hydrogène sont encore trop coûteuses, pour que leur utilisation puisse se généraliser, aux systèmes énergétiques, en particulier, dans le contexte de la dérégulation des marchés de l'énergie. Devant de tels défis, on peut s'interroger sur l'éventualité de l'émergence rapide, voire de la viabilité d'une économie de l'hydrogène.

Néanmoins, l'économie de l'hydrogène suscite de plus en plus d'intérêt et elle recueille un soutien politique accru dans plusieurs régions du monde. Dans son discours sur l'état de l'Union de 2003, le Président des États-Unis a annoncé une initiative d'un montant de 1,2 milliard de dollars, en faveur de l'hydrogène, afin d'inverser la dépendance croissante à l'égard des importations de pétrole et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le Premier Ministre du Japon et le Président de la Commission européenne ont encouragé vivement l'émergence d'une économie de l'hydrogène dans des déclarations officielles.

Nombre de programmes nationaux, visant à promouvoir l'économie de l'hydrogène, sont actuellement en cours, comme l'Initiative sur l'hydrogène aux

* Mme Evelyne Bertel (evelyne.bertel@oecd.org) et M. Kwang-Seok Lee (kwang-seok.lee@oecd.org) travaillent à la Division du développement de l'énergie nucléaire de l'AEN. M. Claes Nordborg (nordborg@nea.fr) travaille à la Section des sciences nucléaires de l'AEN.

Procédés de production d'hydrogène

Matières premières brutes	Matières premières transformées	Procédés de production	Source d'énergie	Stratégies de production
Combustibles fossiles <ul style="list-style-type: none"> ● Charbon ● Gaz naturel ● Pétrole 	<ul style="list-style-type: none"> ● Gaz de synthèse ● Essence ● Gazole ● Méthanol ● Ammoniac ● Utilisation directe de la matière première 	Thermique <ul style="list-style-type: none"> ● Reformage <ul style="list-style-type: none"> – Vaporeformage – Oxydation partielle ● Gazéification ● Pyrolyse 	Thermique <ul style="list-style-type: none"> ● Fossiles ● Renouvelables ● Nucléaire 	Décentralisée <ul style="list-style-type: none"> ● Stations-service ● Bâtiments individuels ● Embarquée
Biomasse <ul style="list-style-type: none"> ● Lignocellulose ● Amidon ● Huiles végétales ● Liqueur noire 	<ul style="list-style-type: none"> ● Éthanol ● Méthanol ● Biodiesel ● Biogaz ● Sucres ● Utilisation directe de la matière première 	Électrochimique <ul style="list-style-type: none"> ● Electrolyse ● Photoélectrochimie 	Électricité <ul style="list-style-type: none"> ● Fossiles ● Renouvelables ● Nucléaire 	Semi-centralisée <ul style="list-style-type: none"> ● Sur le marché
Déchets <ul style="list-style-type: none"> ● Résidus urbains solides ● Gaz de combustion ● Eaux usées 	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilisation directe de la matière première 	Biologique <ul style="list-style-type: none"> ● Photobiologie ● Fermentation aérobie ● Fermentation anaérobie 	Photolytique <ul style="list-style-type: none"> ● Solaire 	Centralisée <ul style="list-style-type: none"> ● À la source
Eau	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilisation directe de la matière première 			

Source: DOE (2004), *Hydrogen Posture Plan: An Integrated Research, Development, and Demonstration Plan*.

États-Unis, ou les programmes sur l'hydrogène et les piles à combustible, au Japon et en Corée. Diverses initiatives sont également prises au niveau international, pour développer une économie de l'hydrogène. Ainsi, quinze pays et la Commission européenne ont lancé, en 2003, sous la houlette des États-Unis, le Partenariat international pour l'économie de l'hydrogène (IPHE), afin d'examiner les questions d'intérêt commun et les obstacles à l'économie de l'hydrogène. Les discussions ont porté principalement sur les projets de recherche, de développement et de démonstration ; la politique et la réglementation relatives à l'hydrogène ; et la commercialisation des technologies énergétiques à base d'hydrogène.

Technologies de production d'hydrogène

La mise en œuvre effective, d'une économie de l'hydrogène, passe par un approvisionnement suffisant en hydrogène. Bien que cet élément abonde dans l'univers, il faut le pro-

duire au moyen d'énergie thermique, électrolytique ou photolytique, à partir de composés tels que, les combustibles fossiles, la biomasse ou l'eau. Le tableau ci-dessus recense quelques procédés de production d'hydrogène qui sont dès à présent disponibles ou qui vont le devenir.

Comme le montre le tableau, l'énergie nucléaire est une des sources d'énergie, qui se prêtent à la production d'hydrogène, puisque les réacteurs nucléaires peuvent produire la chaleur et l'électricité nécessaires à ce processus. C'est aussi la source d'énergie non fossile, la plus mature, capable de produire de l'hydrogène, à l'échelle industrielle, sans émissions significatives de CO₂.

Plusieurs solutions technologiques sont possibles, pour produire de l'hydrogène, à partir d'énergie nucléaire, notamment :

- l'électrolyse de l'eau à l'aide de l'électricité produite par les réacteurs nucléaires aux heures creuses ;
- le vaporeformage du gaz naturel, à l'aide de la chaleur

à haute température, provenant des réacteurs nucléaires ;

- l'électrolyse de la vapeur à haute température, à l'aide de la chaleur à haute température et de l'électricité produites par les réacteurs ;
- la dissociation thermochimique de l'eau, à l'aide de la chaleur à haute température et de l'électricité produites par les réacteurs nucléaires.

L'électrolyse de l'eau est intéressante lorsqu'on dispose d'une électricité bon marché ou lorsqu'on a besoin d'hydrogène très pur. Le recours à l'électricité d'origine nucléaire, produite aux heures creuses, serait une option économiquement séduisante, compte tenu du faible coût marginal des centrales nucléaires.

Actuellement, l'hydrogène est produit, principalement, par vaporeformage du gaz naturel ou du méthane. Ce procédé catalytique, qui donne de l'hydrogène et du CO₂ par réaction du gaz naturel avec de la vapeur, requiert des températures de l'ordre de 500 à 950°C.

Le vaporeformage nucléaire est très prometteur, à court terme pour la production industrielle d'hydrogène. Toutefois, ce procédé bien maîtrisé libère du CO₂ comme sous-produit.

Le rendement de production de l'hydrogène peut être accru, en élevant fortement la température de l'eau. L'électrolyse de l'eau à haute température (800-1 000°C) présente plusieurs avantages, notamment une réduction de la consommation d'électricité et un meilleur rendement, grâce à l'abaissement des barrières d'activation au niveau des surfaces de l'électrolyte.

Comme la thermolyse directe de l'eau (dissociation par la chaleur) nécessite des températures supérieures à 2 500°C, la dissociation thermochimique de l'eau s'obtient par une succession de réactions partielles, mises en œuvre à des niveaux de température inférieurs (800-1 000°C). De nombreux cycles thermochimiques potentiels ont été testés et les plus prometteurs, tant pour le rendement que pour leur applicabilité pratique aux sources de chaleur d'origine nucléaire, semblent être les cycles iode-soufre (IS), brome-calcium (Ca-Br) et cuivre-chlore (Cu-Cl). De plus, le procédé thermochimique hybride, qui combine les réactions thermochimiques et électrolytiques de dissociation de l'eau et permet de mettre en œuvre des réactions à basse température, pourrait être lui aussi envisagé.

Réacteurs nucléaires destinés à la production d'hydrogène

Hormis l'électrolyse de l'eau, la production nucléaire d'hydrogène nécessite des températures comprises entre 500 et 1 000°C. Comme les réacteurs à eau disponibles, actuellement ou dans un proche avenir, produisent des températures inférieures à 350°C, ils ne conviennent pas. Les concepteurs de

réacteurs avancés s'intéressent donc aux filières capables de fournir des températures plus élevées en sortie de cuve. Ils s'efforcent, tant au niveau national qu'international, de développer et de réaliser des réacteurs nucléaires destinés à la production d'hydrogène, en particulier des réacteurs à haute température refroidis au gaz (HTGR).

Au Japon, par exemple, l'Institut de recherche sur l'énergie atomique (JAERI) a construit le HTTR, réacteur expérimental à haute température, dont la température du réfrigérant primaire atteint 950°C, en sortie de cuve. Le JAERI a étudié la production d'hydrogène, à partir de la chaleur du HTTR, dans un premier temps, par vaporeformage du gaz naturel, puis par le procédé thermochimique iode-soufre.

Aux États-Unis, *General Atomics* propose le concept GT-MHR, réacteur modulaire à turbine à gaz, refroidi à l'hélium, dont la température en sortie de cuve se situe entre 850 et 1 000°C. Ce réacteur peut être utilisé pour la production d'hydrogène, par voie thermochimique, ou par électrolyse de la vapeur à haute température. D'autres concepts de réacteurs à gaz en cours de développement, comme le réacteur modulaire à lit de boulets (PBMR), offrent des températures similaires en sortie de cuve et pourraient donc être développés pour la production d'hydrogène.

Bien que sa température de fonctionnement soit inférieure à celle des réacteurs HTGR, le réacteur rapide refroidi au sodium (SFR), qui est parvenu au stade du démonstrateur dans plusieurs pays, peut aussi être utilisé pour la production d'hydrogène, par un procédé hybride thermochimique et électrolytique qui nécessiterait des températures de l'ordre de 500 à 600°C.

Le Forum international Génération IV (GIF), initiative internationale lancée pour développer de nouveaux con-

cepts de réacteurs nucléaires, pouvant être déployés avant 2030, a inscrit la production d'hydrogène et d'autres produits non électriques, au nombre de ses principaux objectifs. De fait, les six concepts de réacteurs, sélectionnés par le GIF, seraient tous susceptibles de produire de l'hydrogène et quatre d'entre eux conviennent même à la production thermochimique d'hydrogène : le réacteur à très haute température (VHTR), le réacteur à neutrons rapides refroidi au gaz (GFR), le réacteur à sels fondus (MSR) et le réacteur à neutrons rapides refroidi au plomb fondu (LFR), qui offrent des températures respectives de 1 000°C, 850°C, 700 à 800°C et 550 à 800°C en sortie de cuve.

Défis et opportunités

Le nucléaire pourrait jouer un rôle important dans une économie de l'hydrogène, mais il est difficile de prévoir le taux de croissance de la demande d'hydrogène, le niveau de cette demande à terme, ainsi que la part du nucléaire dans la production totale d'hydrogène. Toute une série de facteurs, comme la création des nouvelles infrastructures, la maturité des techniques idoines, la croissance économique, les modes de vie et l'attitude du public, influenceront le rythme de mise en place et les caractéristiques d'une économie de l'hydrogène. Le rôle du nucléaire dépendra de la structuration de l'économie de l'hydrogène, dans sa phase de transition et de sa configuration finale.

Les besoins de développement de la production nucléaire d'hydrogène varieront selon le rythme et la rapidité de pénétration de l'hydrogène comme vecteur d'énergie dans les différents secteurs de l'économie. Ainsi, si la demande privilégie la production d'hydrogène décentralisée, par rapport à une production centralisée, il sera judicieux de concevoir des réacteurs de

petite ou moyenne puissance. De son côté, le développement de filières nucléaires, destinées à la production d'hydrogène, peut influencer sur la structure de la demande, en offrant des solutions attractives au bon moment. C'est pourquoi il est essentiel que la communauté nucléaire s'implique et participe activement au débat sur l'économie de l'hydrogène.

À la lumière des tendances récentes des marchés de l'énergie, on peut s'attendre à une concurrence vive entre les différentes options de fourniture d'hydrogène. Comme le montre le tableau en page 11, il existe beaucoup de procédés pour produire de l'hydrogène, et de nombreuses options techniques, comme le reformage du méthane à la vapeur, la gazéification du charbon à la vapeur avec séquestration du CO₂ ou les procédés photovoltaïques à base d'énergie solaire, sont dès à présent disponibles ou en cours de développement. Les filières nucléaires destinées aux produits autres que l'électricité doivent être aptes à être déployées et compétitives sur les marchés déréglementés bien que la demande de réacteurs à court, voire à moyen terme, ne sera probablement pas comparable aux importants volumes annuels de commandes, enregistrés dans les années 60 et 70.

L'énergie nucléaire présente deux avantages majeurs pour la production d'hydrogène : elle ne rejette pratiquement pas de carbone et son rendement est très élevé, parce que ses réacteurs produisent de la chaleur à haute température, ce qui réduit la pression sur les ressources naturelles et améliore la performance économique. Pour amener, au stade industriel et commercial, les réacteurs à haute température innovants en cours de développement, il faudra lancer de grands programmes de R-D, qui auront probablement besoin de l'appui des gouvernements, dans le cadre d'une coopération internationale.

La transition vers une économie de l'hydrogène sera en tout état de cause un processus de longue haleine qui s'étendra sur plusieurs décennies, vraisemblablement 30 ans ou plus. Les perspectives à long terme, des technologies de production d'hydrogène alternatives, dépendront, dans une certaine mesure, de la démonstration précoce de leur faisabilité et de leur viabilité. Ainsi, le reformage du méthane à la vapeur d'origine nucléaire pourrait être considéré comme une option nucléaire précoce, ce qui facilitera la pénétration ultérieure de technologies de production d'hydrogène plus innovantes.

Le développement des technologies nucléaires, destinées à la production d'hydrogène, implique un engagement à long terme, semé d'incertitudes. Tous les acteurs, du secteur public et de l'industrie, ont un rôle à jouer, pour que ces technologies s'imposent à terme. Il est essentiel qu'ils se coordonnent et conjuguent leurs efforts, pour organiser les programmes de R-D, créer les infrastructures et prendre les décisions appropriées, face aux enjeux que constitue le développement de technologies compétitives et efficaces.

Le développement de la production nucléaire d'hydrogène se traduirait par une augmentation de la demande de réacteurs nouveaux, donc de sites d'implantation nouveaux, de personnel et de capitaux, mais aussi par un accroissement des besoins de combustible nucléaire, en particulier d'uranium, son élément naturel principal. Les ressources d'uranium naturel étant par définition limitées, même si elles sont abondantes, le déploiement à grande échelle de la production nucléaire d'hydrogène augmenterait l'attrait des cycles du combustible avancés qui exploitent plus efficacement la teneur énergétique des ressources naturelles que sont l'uranium et le thorium.

Le recours au nucléaire, pour la production d'hydrogène, se heurtera, probablement, aux mêmes obstacles que la production électronucléaire ou tout autre application. Avant d'envisager le déploiement, à grande échelle, de l'énergie nucléaire pour la production d'hydrogène, ce qui pourrait conduire à bien plus que doubler le parc de réacteurs actuellement en service dans le monde, il faut répondre à l'inquiétude du public concernant la sûreté nucléaire, la gestion et l'élimination des déchets radioactifs, ainsi que la prolifération nucléaire. En fonction de la conception du système de production et de distribution d'hydrogène à mettre en place, certains aspects, comme la sûreté et la non-prolifération, pourraient mériter une attention particulière.

Dans les pays qui souhaitent opter à long terme pour la filière nucléaire, les pouvoirs publics ont un rôle très important à jouer, pour faire naître la production nucléaire d'hydrogène, que ce soit au stade de la R-D fondamentale, du développement précompétitif des technologies et des mesures à prendre pour créer un environnement commercial favorable dans le respect des mécanismes du marché.

La coopération internationale est primordiale, pour concevoir et mettre en place une économie de l'hydrogène et pour développer des systèmes nucléaires se prêtant efficacement à la production d'hydrogène. En particulier, les efforts à consentir dans le domaine de la R-D nucléaire et de la création des infrastructures dépassent probablement les capacités individuelles des pays. C'est pourquoi, des initiatives, telles que celle du Forum international Génération IV, par exemple, peuvent renforcer les synergies entre les programmes nationaux et accroître l'efficacité des efforts communs. ■

Évolution des modèles de gestion des déchets radioactifs

Y. Le Bars, C. Pescatore *

Les problèmes de gestion des déchets radioactifs (RWM) s'inscrivent dans le cadre plus général des problèmes de société comme l'environnement, le risque, les politiques énergétiques et le développement durable. Dans tous ces domaines, la *participation des parties prenantes* est réclamée, avec de plus en plus d'insistance. Les dirigeants des secteurs public et privé pensent que cette participation peut améliorer la qualité et la durabilité des décisions prises par les pouvoirs publics, outre le fait qu'elle est reconnue aujourd'hui comme l'un des cinq grands principes de bonne gouvernance avec la transparence, l'obligation de rendre des comptes, l'efficacité et la cohérence¹.

La participation des parties prenantes à l'élaboration des politiques a reçu beaucoup d'attention au sein de l'OCDE². De surcroît, l'information, la consultation et/ou la participation du public aux choix environnementaux ou technologiques sont imposées par un certain

nombre de traités internationaux. S'agissant de la gestion des déchets radioactifs, ces textes incluent la Convention commune³ et, en Europe, les Conventions d'Espoo et Aarhus.

Le Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC)⁴ de l'AEN a été créé en 2000, au terme d'une période de dix ans, durant laquelle les problèmes de confiance des parties prenantes ont joué un rôle de plus en plus central dans la formulation et la mise en œuvre de solutions à long terme de gestion des déchets radioactifs et durant laquelle une évolution culturelle s'est produite, qui a conduit à adopter comme principe premier de la gestion des déchets radioactifs le dialogue avec les parties prenantes. Par partie prenante, le Forum sur la confiance des parties prenantes entend *tout acteur* – qu'il s'agisse d'un établissement, d'un groupe ou d'un individu – *qui a un intérêt ou un rôle à jouer* dans les décisions sociétales relatives à la gestion des déchets radioactifs.

Une récente publication de l'AEN, intitulée *Learning and Adapting to Societal Requirements for Radioactive Waste Management*, présente l'ensemble des principales conclusions et expériences du Forum au terme de quatre années de travaux. Cette publication traite de six grands domaines qui sont brièvement décrits ci-dessous.

Conditions de la mise en place d'une politique de gestion des déchets radioactifs

La compétence et la confiance techniques ne réussissent pas, à elles seules, ni à convaincre de la valeur des solutions proposées pour la gestion des déchets ni à les mener à terme. Si l'on veut garantir le succès de la politique de gestion des déchets,



* M. Yves Le Bars (yves.lebars@andra.fr) est président du Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC) et président de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) ; M. Claudio Pescatore (claudio.pescatore@oecd.org) est administrateur principal pour la gestion des déchets radioactifs (RWM) à l'AEN et secrétaire technique du FSC.



Un nombre croissant de parties prenantes souhaitent participer à la prise de décisions dans la gestion de déchets radioactifs.

il convient au préalable d'élaborer une politique énergétique nationale englobant un programme de gestion des déchets et de prendre conscience, au niveau national, que le statut quo en matière de gestion de déchets a besoin d'évoluer. En outre, il faut faire connaître clairement l'inventaire des déchets et la destination finale de chaque type de déchets.

Comme les mécanismes, procédures et pratiques de gestion des déchets radioactifs sont choisis en fonction de leur compatibilité avec le système politique et la culture décisionnelle nationale, il n'existe pas de solution universelle. Cependant, avec la multiplication des acteurs souhaitant jouer un rôle actif, tous les programmes nationaux doivent parvenir à trouver un juste équilibre entre démocratie participative (dans le cadre de laquelle les parties prenantes apportent à un projet, les spécificités de leurs besoins et de leurs intérêts) et la démocratie représentative (dans le cadre de laquelle les représentants élus, locaux et nationaux, apportent leurs points de vue et leur engagement).

Conception du processus de décision

Aujourd'hui, prendre une décision ne signifie plus choisir d'emblée, une fois pour toutes, une solution formant un tout indissociable. La décision n'est qu'une étape d'un processus

réfléchi, consistant à effectuer des analyses et des choix destinés à préserver la sécurité et le bien-être de la génération actuelle et des suivantes, sans priver ces dernières de leur droit de choisir elles-mêmes. C'est pourquoi, l'on s'efforce de plus en plus d'approfondir des concepts tels que la « décision par étapes » où le public, en particulier les populations locales les plus touchées, sont véritablement associées au processus de planification⁵.

Les processus de décision concernant la gestion des déchets radioactifs devront satisfaire des exigences contradictoires, à savoir ils devront à la fois être participatifs et justifiables, ciblés et adaptables. Pour concilier ces exigences contradictoires il faut associer divers outils, des procédures formelles et informelles, des techniques analytiques et délibératives, des étapes linéaires et réversibles, en les dosant, de manière à ce qu'ils soient compatibles avec le type et le contexte des décisions.

Pour recueillir une large adhésion, tout processus de décision doit respecter trois grands principes :

- *Suivre un processus itératif, permettant par sa souplesse de s'adapter aux changements de contexte*, par exemple une approche par étapes laissant suffisamment de temps pour élaborer un discours compétent et équitable. Il sera bénéfique pour

cette dernière, que les recherches en cours et leur évaluation indépendante puissent être largement consultées.

- *Faciliter l'apprentissage social*, par exemple en encourageant les interactions entre diverses parties prenantes et expertes.
- *Faciliter la participation du public à la décision*, en encourageant des communications constructives de bonne qualité entre individus aux connaissances, convictions, intérêts, valeurs et points de vue différents.

Dimension sociale et éthique

Tout processus de décision sociale doit intégrer des valeurs contradictoires, sans quoi il est voué à l'échec. Les tiraillements entre des valeurs antagonistes, telles que l'efficacité technique, le soutien des parties prenantes et l'égalité distributive, font toute la complexité du processus. De surcroît, lorsque des projets se prolongent sur des décennies, les valeurs dominantes approuvées par la société risquent de changer au fil des années.

Pour déterminer si les conséquences d'une décision sont équitables, il existe de multiples points de vue et principes éthiques légitimes. S'ils sont incompatibles, aucune théorie générale ne permet de décider ceux qui doivent prévaloir. La société aura tendance à plus largement adhérer aux stratégies

R. Leenhardt, ANDRA, France



DBE, Allemagne



ENRESA, Espagne



La gestion des déchets radioactifs exige de concilier les impératifs souvent contradictoires de la sûreté technique et du contrôle sociétal.

de gestion, qui respectent simultanément de multiples principes éthiques (par exemple qui s'efforcent de ne pas faire peser sur les générations futures une charge insupportable, tout en préservant des ressources énergétiques pour de futurs usages). Le choix de ces stratégies nécessitera, peut-être, le recours à des processus équitables où les différentes parties prenantes s'efforcent de trouver un compromis entre principes

éthiques divergents. La recherche démontre qu'il est impossible de respecter toutes les valeurs contradictoires dans une sorte de processus de décision idéal. Dans une société démocratique très développée, tous les critères recherchés doivent être au moins en partie pris en compte.

La gestion des déchets radioactifs exige de concilier les impératifs souvent contradictoires de la sûreté technique et du contrôle sociétal. Pour ce faire, les organismes de gestion des déchets sont nombreux à se tourner vers un stockage réversible permettant de récupérer les déchets. De nouvelles méthodes de prévision et de surveillance de la qualité de vie et des répercussions sociales sont également mises en évidence.

Confiance accordée aux acteurs

La notion de confiance définit une relation entre individus au sein d'un groupe existant ou en train de se former. La confiance est mobilisée lorsque des individus doivent s'en remettre à d'autres qu'ils estiment fiables pour réaliser d'importants projets comportant de gros risques pour eux⁶. Certaines composantes du processus peuvent être conçues de façon à limiter la part laissée à la confiance et pour tenter de rétablir la confiance lorsque celle-ci a été érodée. Il s'agit de i) faire participer à la décision, ceux qu'elle concerne, pour qu'ils puissent mieux la maîtriser et/ou ii) fractionner les grandes décisions en étapes de moindre importance, de façon à obtenir un retour d'expérience à chaque étape et à permettre aux intéressés de mettre fin à la procédure, si la confiance n'est plus là. Les délégués au FSC mesurent l'importance d'associer les intéressés pour bâtir la confiance, mais ils mesurent aussi l'importance pour les institutions

de se doter des qualités voulues dans les domaines de leur organisation, de leur mission et de leur comportement.

La confiance et l'équité joueront un rôle déterminant pendant tout le processus décisionnel. On ne saurait construire et préserver la confiance sans y consacrer, durablement, des moyens substantiels.

Implication des parties prenantes

La participation des parties prenantes est l'un des concepts clés des approches modernes de la gouvernance. Refuser d'admettre son importance risque, très probablement, de conduire à l'échec.

Les pays de l'OCDE abandonnent progressivement le modèle traditionnel « décision, annonce, justification » qui était pour ainsi dire exclusivement axé sur le contenu technique au profit du modèle « implication, interaction, coopération » où la technique et la qualité du processus contribuent tout autant à un résultat constructif. Dans ce cadre, les aspects techniques de la gestion des déchets cessent de primer, l'aptitude de l'organisation à apprendre, à communiquer et à s'adapter passant au premier plan.

La participation implique l'information, mais peut aussi inclure la consultation, la participation active et le partage du pouvoir de décision. Il existe des outils de gestion⁷, de même que des instruments prescrits par la loi (par exemple, les études d'impact sur l'environnement) qui prévoient une participation des parties prenantes. Cette participation enrichit le corpus d'informations à partir duquel sont prises les décisions. Une large participation peut par ailleurs compenser dans une certaine mesure l'absence des générations futures aux réflexions et négociations d'aujourd'hui.

Les institutions doivent être capables de s'adapter à ces

changements, pour mener à bien les projets à long terme, dont elles sont responsables. Les établissements, capables de gagner et de conserver la confiance des parties intéressées, devront faire porter leurs efforts sur les trois grands domaines que sont les aspects organisationnels, leur mission et leur comportement.

Dimension locale de la gestion des déchets radioactifs

La gestion à long terme des déchets radioactifs ne nécessite qu'un nombre restreint d'installations, ce qui lui confère un caractère national, à forte composante locale. Normalement, ce n'est qu'une fois le site de l'installation choisi, ou après le démarrage des travaux de reconnaissance sur un site, que les tensions entre les impératifs nationaux et la volonté des collectivités locales se font le plus fortement sentir. Passer de la dimension nationale, à la dimension locale, suppose l'existence préalable d'un processus de décision jouissant d'une large adhésion de tous les acteurs. Les principes d'information, qui régissent ce processus, doivent tenir compte du fait, que la sûreté est le critère qui déterminera l'acceptabilité locale de l'installation et que la participation à la décision et au contrôle, de même que la mise en place de plans de développement de la commune, sont autant de facteurs qui contribuent, à la confiance dans le processus et à l'acceptation de l'installation.

Conclusions

L'environnement décisionnel a beaucoup évolué, et l'on constate dans la société, une tendance à rejeter les grands projets technologiques, lorsque les parties prenantes n'ont pas pris une part active à leur élaboration et ne se sentent pas responsables. On voit donc

se dessiner dans les pays de l'OCDE, une évolution vers des formes de démocratie participative, fondées sur un nouveau type de dialogue ou une plus grande concertation entre toutes les parties concernées. Le dialogue et la participation sont désormais au centre du processus de gestion des déchets.

Les pratiques exemplaires, en matière de gestion des déchets radioactifs, ont donc évolué, le modèle traditionnel « décision, annonce, justification » laissant la place à un modèle « implication, interaction, coopération ». On estime à présent, que le temps consacré à dialoguer avec les parties prenantes et à leur permettre d'apporter leur contribution à l'organisation et au programme de gestion des déchets, n'est pas du temps perdu.

Les praticiens reconnaissent que leur rôle change, depuis que le problème de la gestion des déchets radioactifs ne se pose plus dans les mêmes termes. En particulier, depuis que le dialogue et la participation sont au centre du processus de gestion des déchets, les scientifiques doivent répondre aux questions nouvelles que leur pose le grand public, les gestionnaires de déchets prennent l'initiative d'engager le dialogue à un stade précoce du processus et les autorités de sûreté sont appelées à intervenir dans ce processus, bien plus tôt qu'auparavant. Et de fait, ces derniers se considèrent désormais davantage comme les spécialistes de la communication sur la sûreté et comme les experts au service de la population, et ils ont conscience qu'il leur faut assumer ce rôle dès l'amorce des consultations avec les collectivités locales, sans attendre que soient prises les décisions finales concernant les installations, les sites et les concepts⁸. Les concepteurs des politiques étudient égale-

ment de nouvelles formes de dialogue élargi à de nouveaux intéressés. Tous s'accordent à reconnaître que le rôle des différents acteurs institutionnels doit être clarifié et gagner en visibilité. ■

Notes

1. La bonne gouvernance fait appel à des lignes d'action conçues sur la base de décisions raisonnables, qui font l'objet d'une communication satisfaisante et d'échanges de vues appropriés avec le public. AEN (2002), *Société et énergie nucléaire : vers une meilleure compréhension*, OCDE, Paris. Consultable sur : <http://www.nea.fr/html/ndd/reports/2002/nea3678.html>.
2. Se reporter par exemple à OCDE (2001), *Des citoyens partenaires : information, consultation et participation à la formulation des politiques publiques* ; OCDE (2001), *Des citoyens partenaires : Manuel de l'OCDE sur l'information, la consultation et la participation à la formulation des politiques publiques* ; OCDE (2003), *Open Government : Fostering Dialogue with Civil Society* ; ou OCDE (2004), *Promesses et limites de la démocratie électronique : les défis de la participation citoyenne en ligne*, OCDE, Paris.
3. *Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs*. Consultable sur wwwns.iaea.org/conventions/waste-jointconvention.htm.
4. Pour de plus amples informations sur le FSC et ses publications, consulter le site du Forum à l'adresse suivante : www.nea.fr/html/rwm/fsc.html.
5. Voir le rapport de l'AEN publié en 2004 et intitulé *Stepwise Approach to Decision Making for Long-term Radioactive Waste Management* (disponible sur www.nea.fr).
6. Commission européenne (2000), « The TRUSTNET Framework : A New Perspective on Risk Governance », rapport N° F14P-CT96-0063, CE, Bruxelles.
7. AEN (2004), *Stakeholder Involvement Techniques : A Short Guide and Annotated Bibliography*, OCDE, Paris.
8. Voir AEN (2003), *The Regulator's Evolving Role and Image in Radioactive Waste Management*, OCDE, Paris.

Sûreté des centrales nucléaires : services d'assistance technique et sous-traitants

B. Kaufer *

La disparition progressive de spécialistes, expérimentés et compétents des technologies nucléaires, avec son corollaire, l'affaiblissement des organisations spécialistes de ce domaine, est une source de préoccupation pour les autorités de sûreté et l'industrie nucléaire. À la suite d'une fusion avec d'autres entreprises, des constructeurs nucléaires ne proposent plus les anciens modèles d'équipement ; d'autres n'ont plus les mêmes compétences techniques que lorsqu'ils concevaient et construisaient, centrale après centrale. Certains exploitants nucléaires ont, de ce fait, du mal à trouver le soutien extérieur dont ils ont besoin pour la maintenance et l'exploitation de leurs installations. Qui plus est, les fournisseurs de matériel nucléaire spécifique disparaissent du marché et, avec eux, la connaissance approfondie des caractéristiques de conception de leur matériel. De même, les établissements de recherche nucléaire et d'autres organismes spécialisés ont réduit leurs effectifs et leur budget dans le domaine nucléaire.

Pour combler ces lacunes, il existe plusieurs solutions. Ainsi, l'exploitant, ou les exploitants, peuvent renforcer l'ensemble de leurs services d'assistance technique, ou préserver leurs compétences dans des secteurs vitaux. Or, pour soutenir la

concurrence, ils sont amenés à réduire leurs coûts d'exploitation, ce qui risque de compromettre la sûreté. Une autre solution consiste alors, à sous-traiter certaines activités à des consultants et à des entreprises spécialisées. Mais cette solution présente l'inconvénient que ces sous-traitants ont souvent une expertise limitée et qu'ils ne possèdent pas une compréhension globale de la sûreté des centrales nucléaires. Souvent, ils n'ont pas non plus une expérience suffisante des installations où ils interviennent et il leur faut, par conséquent, travailler sous la conduite et la surveillance de l'exploitant.

L'aptitude des exploitants à garder la maîtrise de tout ce qui concerne la sûreté nucléaire, lors des interventions des sous-traitants et des services d'assistance technique, représente un problème de sûreté qui n'épargne aucune activité sous-traitée. On a donc jugé que des échanges de vues et d'expérience entre experts internationaux pouvaient apporter aux exploitants et aux autorités de sûreté des enseignements utiles en la matière. Il a en effet semblé intéressant de recenser les moyens que les exploitants utilisent et jugent efficaces pour conserver cette maîtrise, ainsi que le type d'in-

tervention (inspections, évaluation, etc.), qui permet aux autorités de sûreté d'avoir l'assurance de l'efficacité des contrôles mis en place. Conscient de la gravité du sujet, le Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CANR) de l'AEN a décidé d'y consacrer un forum international, au mois de juin 2004. Les responsables des autorités de sûreté nucléaire ont pu y rencontrer des dirigeants de l'industrie nucléaire, pour échanger leurs points de vue et leurs expériences.

Une étude, réalisée par le Groupe de travail du CANR sur les pratiques en matière d'inspection (WGIP), a servi de point de départ à la réflexion menée dans le cadre de ce forum. Dans son étude, le Groupe de travail tente de dégager des tendances et de déterminer les effets que peut produire le recours à des sous-traitants dans les centrales nucléaires des pays membres. Son rapport, sous la cote NEA/CNRA/R(2003)4, a été utilisé pour l'organisation et la tenue des discussions au cours du forum.

Un questionnaire comportant 20 questions, sur les procédures d'autorisation, le contrôle des procédés, les problèmes de sûreté et d'autres thèmes d'inspection, a permis d'alimenter

* M. Barry Kaufer (barry.kaufer@oecd.org) travaille dans la Division de la sûreté nucléaire de l'AEN.

ce rapport. Quatorze pays membres ont répondu au questionnaire. Le questionnaire, un tableau récapitulatif des réponses reçues et le texte intégral des réponses, figurent en annexe à ce rapport. Les résultats montrent que les exploitants de centrales nucléaires de tous les pays qui ont répondu à l'enquête ont effectivement recours à des sous-traitants. Les activités sous-traitées couvrent la maintenance, les inspections, et les services d'ingénierie et d'analyse. La gestion et la conduite (activités des opérateurs en salle de commandes) ne sont pas sous-traitées.

Le forum organisé en juin 2004 avait pour principal objectif de permettre un échange de vue :

- centré sur les moyens utilisés pour garantir la sûreté en exploitation des centrales nucléaires – et notamment, sur la façon dont les exploitants contrôlent la qualité des travaux sous-traités, sur l'assistance technique et sur les contrôles, par les autorités de sûreté, des compétences, tant de l'exploitant que du sous-traitant ;
- susceptible de donner une vision claire du recours actuel à des services d'assistance spécialisés pour l'exploitation des centrales nucléaires, et de mettre au jour les meilleures solutions pour s'assurer de la disponibilité de cette assistance, notamment dans l'avenir ;
- permettant de mieux comprendre ce que les autorités de sûreté, les exploitants et les sous-traitants doivent faire pour résoudre ce problème.

Les débats ont mis en évidence trois grandes questions : le contexte général, les responsabilités de l'exploitant et les responsabilités des autorités de sûreté. Des petits sous-groupes de réflexion ont été constitués pour les approfondir ; les discussions peuvent être brièvement résumées ainsi :

Le contexte général

- Mondialisation et concentrations – Alors que le nombre des fournisseurs clé de composants nucléaires diminue, il existe une multitude de petits sous-traitants spécialisés qui entretiennent une concurrence suffisante. À l'évidence, on continuera de faire appel aux sous-traitants, mais il importe de définir clairement les travaux qui leur reviennent et comment ils doivent s'en acquitter.
- S'il est vrai que l'industrie nucléaire est considérée comme un univers spécialisé, le recours aux sous-traitants ne lui est pas propre. Néanmoins, le contexte général diffère suivant les pays, et il évolue (économies de marché, incertitude politique, etc.).

Les responsabilités de l'exploitant

- L'exploitant est toujours responsable de la sûreté. Les activités essentielles, comme la conduite et le contrôle de l'exploitation, ou encore l'assurance qualité, ne peuvent être sous-traitées. Pour s'acquitter de leurs responsabilités, les exploitants doivent être des « acheteurs intelligents » ou des « clients intelligents », ce qui exige qu'ils pilotent, supervisent et contrôlent efficacement les travaux des sous-traitants.

Les responsabilités des autorités de sûreté

- Les autorités de sûreté doivent expliquer clairement, aux plus hauts responsables de la société exploitante ou de ses filiales, ce qu'ils doivent faire, et suivre de près les activités des sous-traitants pour préserver la sûreté.
- Les autorités de sûreté doivent posséder des moyens appropriés (compétences, ressources, etc.) et conserver la possibilité d'effectuer, elles-mêmes, les évaluations ou de les sous-traiter à des organismes indépendants.

Après une analyse des conclusions des différents débats, les conclusions qui suivent ont été présentées lors de la discussion ouverte de clôture :

- Les exploitants doivent mettre au point des stratégies, pour traiter avec une multiplicité de sous-traitants, venant d'horizons de plus en plus éloignés.
- Les autorités de sûreté doivent développer leurs méthodes de vérification des contrats passés entre exploitants et sous-traitants.
- Les exploitants doivent enrichir leurs propres connaissances, afin de réaliser davantage de travaux techniques eux-mêmes, ou de devenir des clients plus intelligents.
- Certaines tâches essentielles ne peuvent être sous-traitées et doivent être assurées par le personnel de l'exploitant (On a besoin de recommandations internationales définissant ces tâches).
- La réalisation des travaux par des sous-traitants n'est pas une menace pour la sûreté, mais c'est à l'exploitant qu'il revient de gérer les tâches ainsi effectuées sur son site.
- Il convient de décrire en termes concrets ce que l'on entend par la formule « l'exploitant est pleinement responsable de la sûreté de sa centrale » ; il n'existe pas à l'heure actuelle de recommandations internationales sur ce sujet.

On a fait remarquer que ce dernier point, relatif à la définition de la responsabilité de l'exploitant, fait l'objet de discussions depuis un certain temps et que ce serait un bon thème de réflexion pour les comités de l'AEN. Le Comité sur la sûreté des installations nucléaires se propose d'examiner comment aborder cette question dans le cadre de son prochain programme de travail. ■

Un démantèlement sûr, efficace et rentable

C. Pescatore, T. Eng *

Une réunion internationale de travail de l'AEN, consacrée à un démantèlement sûr, efficace et rentable s'est déroulée du 6 au 10 septembre 2004 à Rome. Cette réunion, placée sous le haut patronage du Président italien, Carlo Azeglio Ciampi, a été organisée par plusieurs comités techniques permanents de l'AEN¹, en collaboration avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et la Commission européenne (CE), sur l'invitation de l'APAT, l'Agence italienne pour la protection de l'environnement et pour les services techniques, et de la SOGIN, la société italienne de gestion des installations nucléaires, responsable du démantèlement.

Elle fait suite à la réunion de travail, organisée à Rome en mai 1999, pour examiner les aspects réglementaires du déclassement. Son contenu a toutefois été élargi, afin de permettre aux experts de faire le bilan des progrès réalisés en matière de démantèlement depuis cette époque, et de formuler des propositions pour de futures coopérations internationales dans ce domaine.

Plus de 200 participants de 22 pays ont assisté à cette réunion de travail, au nombre desquels, des experts techniques

et des spécialistes des stratégies de démantèlement, des responsables des autorités de sûreté, des spécialistes des différents aspects de la participation des parties prenantes, ainsi que des hauts fonctionnaires du gouvernement italien, des représentants de l'AIEA, de la CE et de l'AEN.

Au cours de cette réunion, présidée par Margaret Federline, directeur adjoint de l'*Office of Nuclear Material Safety and Safeguards* de la *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) des États-Unis, des exposés ont été présentés par d'éminents spécialistes et ont été suivis de débats approfondis, animés par un groupe d'experts. Les problèmes susceptibles de se poser dans l'avenir, ainsi que les solutions envisageables ont été mis en évidence dans tous les domaines abordés durant la réunion qui a comporté les principales sessions suivantes :

- bilan international ;
- situation du démantèlement en Italie ;
- stockage et gestion des matières ;
- techniques ;
- gestion de la transition et du changement tout au long du démantèlement ;
- financement et coûts ;
- réglementation et sûreté.

Les participants ont également pu visiter le projet de démantèlement de la centrale nucléaire de Latina près de Rome.

Principaux messages

Bilan international

La session consacrée au bilan international devait permettre aux participants de se faire une idée des prochaines étapes de l'intégration des activités internationales de démantèlement. Après avoir constaté qu'un démantèlement sûr des installations est non seulement faisable, mais a déjà été réalisé², les participants ont remarqué que l'expérience dans ce domaine augmente, et est consignée, évaluée et prise en compte dans les orientations pour les futures activités.

Au niveau international, l'AEN, l'AIEA et la CE doivent compléter leurs efforts et s'assurer que leurs efforts sont efficacement coordonnés. Les participants estiment dans l'ensemble, que l'AIEA devrait s'attacher principalement aux principes fondamentaux de sûreté, et publier des normes qui sont particulièrement utiles pour concevoir des programmes nucléaires, tandis que l'AEN doit continuer de diffuser et de rassembler les informations provenant de programmes bien développés et, par ailleurs, recenser et communiquer les pratiques exemplaires à l'intention des décideurs à tous les niveaux. Les trois organisations doivent être responsables de la

* M. Claudio Pescatore (claudio.pescatore@oecd.org) est Administrateur principal pour la gestion des déchets radioactifs à l'AEN ; M. Torsten Eng (torsten.eng@oecd.org) travaille également dans la Division de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN.

mise à jour de l'actuel plan des activités internationales sur le démantèlement, établi par l'AEN. En outre, les participants estiment que les activités en direction des pays non membres doivent être renforcées et élargies aux organismes s'occupant de la gestion des déchets « classiques » (déchets toxiques, par exemple).

La situation du démantèlement en Italie

La session, consacrée à la situation du démantèlement en Italie, a comporté des exposés des représentants italiens du ministère de l'Industrie, du ministère de l'Environnement, de l'APAT, de la SOGIN, de l'*Istituto Superiore di Sanità* (ISS), de l'*Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro* (ISPESL), d'Ansaldo et de Cirten. Avec la visite de la centrale nucléaire Latina, où sont actuellement réalisés des travaux de démantèlement, cette session a permis à tous les participants de mieux cerner l'actuelle situation du démantèlement en Italie et les problèmes qui se poseront dans l'avenir.

Stockage et gestion des matières

Il s'agissait, dans le cadre de cette session, de trouver des solutions réalistes et rentables au problème du stockage des déchets issus du démantèlement, et de déterminer et d'analyser les incidences sur les travaux de différents seuils de libération, ainsi que les mesures à prendre dans l'avenir. Cette session a permis de formuler plusieurs messages clés :

- Les pays membres doivent élaborer des stratégies nationales intégrées de gestion des déchets et de démantèlement.
- Le fait qu'il n'existe pas d'installation de stockage n'est pas un argument suffisant pour s'opposer à un démantèlement rapide, dans la mesure où 1 à 3 % seulement des matières ainsi pro-



Démantèlement d'un réacteur à Windscale, Royaume-Uni.

duites doivent véritablement être stockées comme déchets radioactifs.

- Le démantèlement immédiat permet, en général, de limiter les coûts globaux, de réduire rapidement le risque résiduel et de tirer avantage des connaissances collectives acquises par les travailleurs en place.
- Il importe d'inventorier rapidement, les types et les quantités de matières et de déchets. Un projet international sur les outils d'estimation des déchets serait très utile.

Les participants se sont demandés s'il était justifié de soumettre l'immense volume des substances radioactives de très faible activité à une procédure de libération, qui implique des opérations de mesure et de décontamination coûteuses. Ils ont noté que les règles et pratiques en matière de seuils de libération diffèrent dans les divers pays et ont recommandé de poursuivre les échanges d'information dans ce domaine. Les participants estiment par ailleurs qu'il est plus important d'avoir défini clairement les niveaux nationaux qui doivent être

appliqués aux projets de démantèlement, que d'harmoniser ces valeurs à l'échelle internationale.

L'AIEA a récemment publié un guide sur l'exclusion, l'exemption et la libération. Les participants admettent que les pays membres devraient examiner l'applicabilité de ce guide à leur régime national et que le groupe de travail sur le déclassement et le démantèlement (WPDD) de l'AEN devrait faire le point sur cette question à sa réunion de 2005, afin de pouvoir présenter des recommandations sur les prochaines étapes et les futures activités de l'AEN relatives aux problèmes de libération. Les participants estiment par ailleurs qu'il est inutile de continuer à réaliser des études théoriques sur les seuils de libération. Il est préférable à présent de se pencher sur les relations publiques et les attitudes politiques.

Techniques

Les participants à cette session ont tenté de déterminer les actions qui s'imposent pour améliorer les catalogues nationaux et internationaux des techniques de démantèlement qui existent, et de réfléchir aux

points qui mériteraient de faire l'objet de R-D. Ils ont conclu que les efforts réalisés actuellement par l'AEN dans le cadre du Programme de coopération pour l'échange d'informations techniques et scientifiques sur les projets de démantèlement des installations nucléaires (CPD), sous forme de bases de données et de catalogues, sont extrêmement appréciables. Néanmoins, il serait intéressant d'avoir des informations plus détaillées sur les diverses techniques ainsi que les situations et les conditions dans lesquelles ces techniques sont appliquées.

Les participants ont également constaté, qu'il importe de poursuivre les travaux de R-D destinés à améliorer les techniques existantes et à élaborer de nouvelles techniques, même si le démantèlement est une activité industrielle commerciale mature aujourd'hui. Un financement international en collaboration pourrait être nécessaire. En outre, une coresponsabilité des propriétaires des sites et des sous-traitants sera peut-être nécessaire pour pouvoir employer de nouvelles techniques innovantes.

Enfin, on semble pencher à l'heure actuelle pour la solution consistant à s'efforcer de réduire les coûts et d'optimiser les techniques déjà employées, plutôt qu'à élaborer des techniques totalement nouvelles. Les R-D aujourd'hui mettent aussi l'accent sur les travaux et les techniques de démantèlement téléopérés, afin de réduire les déchets secondaires. Il est également prévu d'utiliser dans l'avenir des maquettes et des outils de simulation informatique en 3D.

Gestion de la transition et du changement tout au long du démantèlement

Cette session avait pour but d'identifier les problèmes de gestion pendant la phase de transition, et de présenter des

solutions qui ont fonctionné. Il s'agissait par ailleurs de recenser les futurs besoins en ce qui concerne a) la planification de la gestion en vue du démantèlement et en attendant celui-ci ; b) la gestion du démantèlement et c) la participation des parties prenantes. Cette session a abouti aux constatations et messages suivants :

- La nécessité d'une planification dès les premiers stades a été de nouveau soulignée. Ce principe est, en fait, largement accepté et intégré dans les mécanismes d'autorisation et de conception de l'installation de nombreux pays.
- La définition et le choix définitif du stade ultime du démantèlement sont une étape initiale essentielle, qui se répercute sur l'ampleur de la libération requise, les coûts globaux et l'impact éventuel sur la collectivité locale.
- Le démantèlement doit être géré comme un projet professionnel autonome.
- Le choix, entre l'utilisation d'un nombre restreint de gros sous-traitants, ou d'un grand nombre de petits sous-traitants locaux, est un sujet d'intérêt commun, qui mérite d'être étudié plus avant dans le contexte international.
- La réglementation du démantèlement n'est pas une simple prolongement du régime réglementaire de l'exploitation.
- La charge de la réglementation doit diminuer à mesure que les risques liés à l'installation diminuent.
- Le démantèlement exige un changement de culture, aussi bien chez l'exploitant qu'au sein de l'autorité de sûreté.
- L'association des parties prenantes est fondamentale si l'on veut que les choses progressent. On cite des cas où les collectivités locales ont participé et ont même joué un rôle moteur dans

l'élaboration des stratégies et des plans de gestion.

Financement et coûts

Les systèmes de financement du démantèlement mis en place vont de l'absence de dispositions spécifiques à la constitution de fonds sûrs et séparés, confiés à des entités indépendantes et fiables. Les participants sont, dans l'ensemble, tombés d'accord sur le fait que cette dernière solution semble la meilleure.

La gestion des déchets peut représenter jusqu'à 60 % des coûts de démantèlement, et le transport des déchets jusqu'à 25 %. Ces coûts pourraient être plus bas si l'autorité de sûreté et le public acceptaient que de grands composants soient transportés (cuves sous pression, générateurs de vapeur, etc.), plutôt que d'adopter l'approche plus laborieuse et plus dispendieuse qui consiste à découper ces composants en morceaux, plus facilement transportables. Il faut savoir que les estimations de coûts ne sont fiables qu'à plus ou moins 15 %.

Pour améliorer la fiabilité de ces estimations, il faut au préalable bien caractériser l'installation concernée. Le manque d'exactitude peut conduire à une modification de l'ampleur des travaux, pendant ou après l'estimation des coûts, à une prise en compte inappropriée de l'inflation, du taux d'actualisation, ou de l'année où les coûts sont calculés, et enfin, à la nécessité de provisionner des risques ou des imprévus sans disposer d'une méthode claire et convenue. Des examens indépendants des coûts réalisés, à mesure que le projet progresse, peuvent aider à réduire au minimum les incertitudes.

L'AEN, l'AIEA et la CE ont proposé un modèle standard commun de comptabilisation. Néanmoins, des problèmes persistent en raison des informations commercialement sensibles. Il serait utile d'approfondir

le débat sur ce point. Les participants pensent par ailleurs, qu'il faudrait reprendre des travaux internationaux, pour élaborer une méthode d'estimation des coûts. Néanmoins, étant donné que les coûts du démantèlement et de la gestion des déchets ne représentent que 3 à 5 % des coûts de production de l'énergie nucléaire, il sera peut-être difficile de susciter de l'intérêt pour cette question et d'obtenir la coopération indispensable.

Réglementation et sûreté

Les participants ont examiné, au cours de cette session, l'évolution internationale de la réglementation, et ont notamment recensé les problèmes d'application en ce qui concerne la période de transition vers le démantèlement, le déclassement et le dossier de sûreté. Les participants à cette session sont parvenus aux principales conclusions suivantes :

- La phase de transition devrait être une période d'activité réglementaire accrue et d'examen minutieux des travaux de l'exploitant.
- Durant la phase de transition un changement culturel doit intervenir, aussi bien chez l'exploitant que chez l'autorité de sûreté.
- Le poids de la réglementation nucléaire doit décroître à mesure que les risques et les dangers diminuent pendant le démantèlement.
- Les prescriptions réglementaires de sûreté à respecter doivent être souples, étant donné que la configuration de l'installation ne cesse de changer.
- Les participants américains ont décrit une démarche réglementaire fondée sur les risques qui devrait permettre de prendre des décisions mieux centrées sur la sûreté, l'efficacité, l'efficience et la réalité, et d'autre part de réduire le poids et le coût des prescriptions réglementaires

inutiles qui pèsent sur les exploitants.

- Les participants français ont décrit un nouveau dispositif intégré, mis en place en 2003, avec une autorisation de démantèlement couvrant l'ensemble du projet et insistant sur la responsabilité de l'exploitant.
- Il faut qu'un dialogue transparent avec les parties prenantes locales soit établi, dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE). Il a été en particulier suggéré de ne pas définir précisément dans la réglementation le stade ultime du démantèlement, mais plutôt de laisser les parties prenantes locales avoir une influence importante sur ce choix.
- De futurs travaux internationaux pourraient être consacrés au sujet : que peut-on faire pour réduire le poids de la réglementation nucléaire, à mesure que les risques et les dangers diminuent ou qu'ils perdent leur caractère nucléaire, pour devenir des risques et des dangers industriels classiques ?
- L'harmonisation internationale d'impératifs de sûreté, comme les seuils de libération, doit s'appuyer sur les normes de sûreté de l'AIEA et sur la « Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs ».

Conclusions générales

Les participants à la réunion de travail ont conclu, dans l'ensemble, que des progrès importants ont été accomplis depuis la dernière réunion à Rome en 1999. Le démantèlement est à présent un processus industriel mature et des sites d'implantation de installations de stockage de déchets sont actuellement sélectionnés dans de nombreux pays. Les techniques

de réalisation du démantèlement ont également progressé et la plupart des R-D portent à présent sur l'optimisation des techniques disponibles, même si de nouvelles techniques innovantes continuent d'être mises au point. Des dispositifs réglementaires réalistes, tenant compte de la réduction des risques et des dangers pendant le démantèlement, sont en train de voir le jour. Une participation active des collectivités et des parties prenantes est prévue dans de nombreux pays. Des mécanismes de financement ont été, ou sont actuellement mis en place, dans de nombreux pays.

Il faudra dans l'avenir s'efforcer de produire des normes réalistes, de préserver les compétences nucléaires, même après l'arrêt de l'exploitation des installations et de vérifier les estimations de coûts, afin de pouvoir prendre des décisions sur la base d'informations valables. Peut-être la tâche la plus difficile qui nous attend consistera à surmonter la réticence des pouvoirs publics et du public à l'égard du nucléaire et de faire accepter au public les procédures de démantèlement et le stade ultime du démantèlement. ■

Notes

1. Le Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMO), le Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CANR), le Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI), le Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) et le Comité chargé des études techniques et économiques sur le développement de l'énergie nucléaire et le cycle du combustible (NDC).
2. Voir aussi AEN (2004), *Decommissioning of Nuclear Power Facilities – It can and has been done*, OCDE/AEN, Paris.

Projets communs de l'AEN

Les projets communs et programmes d'échange d'informations de l'AEN sont l'occasion pour les pays intéressés de réaliser des recherches ou de se communiquer des informations sur des disciplines ou des problèmes particuliers, en partageant les frais. Ces projets sont menés sous les auspices et avec l'assistance de l'AEN. Pour

Projet	Participants
<p>Programme de coopération sur le démantèlement (CPD) Contact : torsten.eng@oecd.org Mandat actuel : janvier 2004-janvier 2009</p>	<p>Allemagne, Belgique, Canada, Corée, Espagne, France, Italie, Japon, République slovaque, Royaume-Uni, Suède, Taïpei chinois</p>
<p>Projet Cabri-Boucle à eau Contact : carlo.vitanza@oecd.org Mandat actuel : 2000-2008</p>	<p>Allemagne, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, République slovaque, République tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse</p>
<p>Projet de base de données thermodynamiques sur les espèces chimiques (TDB) Contact : federico.mompean@oecd.org Mandat actuel : février 2003-février 2007</p>	<p>Allemagne, Belgique, Canada, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Japon, République tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse</p>
<p>Projet du réacteur de Halden Contacts : pekka.pyy@oecd.org carlo.vitanza@oecd.org Contact à Halden : Fridtjov.owre@hrp.no Mandat actuel : janvier 2003-décembre 2005</p>	<p>Allemagne, Belgique, Bulgarie, Danemark, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Japon, Norvège, République slovaque, République tchèque, Royaume-Uni, Russie, Suède, Suisse</p>
<p>Projet FIRE (Projet d'échange de données sur les incendies) Contact : eric.mathet@oecd.org Mandat actuel : janvier 2003-janvier 2006</p>	<p>Allemagne, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Japon, République tchèque, Suède, Suisse</p>

l'essentiel consacré à la sûreté nucléaire et à la gestion des déchets radioactifs, ces projets sont l'un des principaux atouts de l'AEN. On trouvera ci-dessous une description de tous les projets communs actuellement entrepris par l'AEN.

Budget	Objectifs
≈ € 40 000 /an	<ul style="list-style-type: none"> ● Organiser un échange d'informations scientifiques et techniques entre différents projets de démantèlement d'installations nucléaires.
≈ US \$ 77,5 millions	<ul style="list-style-type: none"> ● Enrichir la base de données du comportement du combustible à haut taux de combustion lors des accidents de réactivité. ● Réaliser les essais nécessaires dans des conditions de réfrigération représentatives des conditions existant dans des réacteurs à eau sous pression (REP).
≈ € 1,6 million	<p>Constituer une base de données qui :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● contienne des données sur tous les éléments pertinents pour les systèmes de dépôts de déchets radioactifs ; ● explique pourquoi et comment les données ont été choisies ; ● contienne des recommandations établies d'après des données d'expérience originales plutôt que d'après des compilations et des estimations ; ● spécifie les sources des données expérimentales utilisées ; ● ait une cohérence interne ; ● porte sur toutes les espèces solides et aqueuses des éléments présentant un intérêt pour les évaluations des performances des stockages de déchets radioactifs.
≈ US \$ 45 millions/an	<p>Produire des informations essentielles pour les évaluations de la sûreté et l'instruction des demandes d'autorisations et concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● l'allongement des campagnes de combustible : fournir des données fondamentales sur le comportement du combustible, dans les conditions normales d'exploitation et lors des transitoires en mettant l'accent sur l'utilisation prolongée du combustible dans les réacteurs commerciaux ; ● la dégradation des matériaux du cœur : améliorer notre connaissance du comportement des matériaux dans les centrales sous l'effet combiné de la chimie de l'eau et de l'environnement nucléaire, également utile pour les évaluations de la durée de vie des centrales ; ● systèmes homme-machine : faire progresser les systèmes informatiques de surveillance, l'étude des facteurs humains et des interactions homme-machine de façon à mettre au point des salles de commande plus perfectionnées. <p>Ces activités sont regroupées dans un « programme commun ».</p>
≈ € 100 000 /an	<ul style="list-style-type: none"> ● Définir le format de collecte et recueillir (dans le cadre d'échanges internationaux) des données d'expérience sur les incendies dans une base de données cohérente sous assurance qualité. ● Recueillir et analyser sur le long terme des données sur les incendies de façon à mieux comprendre des événements, leurs causes et les moyens de les éviter. ● Dégager des enseignements qualitatifs sur les causes premières des incendies afin de concevoir des méthodes ou mécanismes destinés à prévenir ces événements ou à en limiter les effets. ● Trouver un mécanisme efficace de retour d'expérience sur les incendies et mettre au point des parades, telles que des indicateurs destinés aux inspections fondées sur le risque. ● Enregistrer les caractéristiques des incidents de façon à mesurer la fréquence des incendies et à quantifier les études de risque.

Projet	Participants
<p>Projet ICDE (Projet international d'échange de données de défaillance de cause commune) Contact : pekka.pyy@oecd.org Mandat actuel : avril 2002-mars 2005</p>	<p>Allemagne, Canada, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Japon, Royaume-Uni, Suède, Suisse</p>
<p>Projet MASCA-2 (Material Scaling) Contact : eric.mathet@oecd.org Mandat actuel : juin 2003-juin 2006</p>	<p>Allemagne, Belgique, Canada, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Japon, République slovaque, République tchèque, Russie, Suède, Suisse</p>
<p>Projet MCCI (refroidissement du cœur fondu et interactions avec le béton) Contact : carlo.vitanza@oecd.org Mandat actuel : janvier 2002-décembre 2005</p>	<p>Allemagne, Belgique, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Japon, Norvège, République tchèque, Suède, Suisse</p>
<p>Projet OPDE (Projet d'échange de données sur les ruptures de tuyauteries) Contact : eric.mathet@oecd.org Mandat actuel : juin 2002-juin 2005</p>	<p>Allemagne, Belgique, Canada, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Japon, République tchèque, Suède, Suisse</p>
<p>Projet PKL-2 Contact : carlo.vitanza@oecd.org Mandat actuel : janvier 2004-décembre 2006</p>	<p>Allemagne, Belgique, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Japon, République tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse</p>
<p>Projet PSB-VVER Contact : carlo.vitanza@oecd.org Mandat actuel : février 2003-décembre 2006</p>	<p>Allemagne, États-Unis, Finlande, France, Italie, République tchèque, Russie</p>
<p>Projet SETH (SESAR thermohydraulique) Contact : carlo.vitanza@oecd.org Mandat actuel : avril 2001-juin 2005</p>	<p>Allemagne, Belgique, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Italie, Japon, République tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Turquie</p>
<p>Projet Sorption II Contact : sylvie.voinis@oecd.org Mandat actuel : 2000-2004</p>	<p>Allemagne, Australie, Belgique, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Japon, République tchèque, Royaume-Uni, Suisse</p>
<p>Système d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE) Contact : lazo@nea.fr Mandat actuel : 2002-2007</p>	<p>Afrique du Sud, Allemagne, Arménie, Belgique, Brésil, Bulgarie, Canada, Chine, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Italie, Japon, Lituanie, Mexique, Pakistan, Pays-Bas, République tchèque, République slovaque, Roumanie, Royaume-Uni, Russie, Slovénie, Suède, Suisse, Ukraine</p>

Budget	Objectifs
≈ US \$ 45 millions	<ul style="list-style-type: none"> ● Offrir un cadre pour la coopération multinationale. ● Recueillir et analyser les défaillances de cause commune sur le long terme, afin de mieux comprendre comment se déroulent ces événements, quelles sont leurs causes et comment les éviter. ● Dégager des enseignements qualitatifs sur les causes premières de ces événements, dont on pourra ensuite déduire des approches et mécanismes, permettant d'éviter ces événements ou d'en limiter les conséquences. ● Mettre en place un mécanisme permettant un retour efficace de l'expérience acquise sur ces phénomènes, et adopter des parades, telles que des indicateurs destinés aux inspections fondées sur le risque. ● Enregistrer les caractéristiques de ces événements afin de faciliter le calcul de leur fréquence.
≈ US \$ 3 millions	<ul style="list-style-type: none"> ● Obtenir des données expérimentales sur l'équilibre de phases des différentes compositions du corium susceptibles d'exister dans des réacteurs à eau. ● Obtenir des données sur les propriétés physiques des mélanges et alliages, dont on a besoin pour mettre au point des modèles mécanistes qualifiés.
≈ US \$ 4,8 millions	<ul style="list-style-type: none"> ● Recueillir des données expérimentales sur les possibilités de refroidir le cœur fondu et sur ses interactions avec le béton lors d'accidents graves. ● Résoudre deux problèmes importants pour la gestion des accidents : <ul style="list-style-type: none"> – vérifier que les débris fondus répandus à la base de l'enceinte peuvent être stabilisés et refroidis en déversant de l'eau par le haut ; – étudier les interactions 2-D à long terme de la masse fondue avec la structure en béton de l'enceinte, sachant que la cinétique de cette interaction est primordiale pour évaluer les conséquences d'un accident grave.
≈ US \$ 100 000 /an	<ul style="list-style-type: none"> ● Recueillir et analyser les données sur les ruptures de tuyauteries afin de mieux en comprendre les causes, les répercussions sur l'exploitation et la sûreté et les éviter. ● Dégager des enseignements qualitatifs sur les causes premières de ces événements. ● Trouver un mécanisme permettant un retour efficace de l'expérience acquise sur les ruptures de tuyauteries, et mettre en place des parades. ● Recueillir des informations sur les caractéristiques de fiabilité des tuyauteries et les facteurs d'influence afin de faciliter le calcul de la fréquence des ruptures de tuyauteries.
US \$ 3,6 millions	<ul style="list-style-type: none"> ● Réaliser des expériences de thermohydraulique sur la boucle primaire <i>Primärkreislauf-Versuchanlage</i> en Allemagne afin d'étudier certains aspects de la sûreté des réacteurs à eau sous pression (REP). ● Effectuer une série d'essais consacrés aux problèmes de dilution de bore. ● Une deuxième série d'essais portera sur les accidents dans les états d'arrêt du réacteur (plage de travail basse du RRA).
US \$ 1,25 million	<ul style="list-style-type: none"> ● Obtenir les précieuses données d'expérience dont on a besoin pour valider les codes de thermohydraulique et affiner les outils d'analyse de la sûreté des VVER-1000.
US \$ 4,7 millions	<ul style="list-style-type: none"> ● Réaliser des expériences de thermohydraulique destinées à la conception de mesures de gestion des accidents, et utiliser pour ce faire des installations dont la survie dépend, d'après le Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSIN) de l'AEN, de collaborations internationales. ● La première partie du programme portant sur les accidents affectant le circuit primaire est achevée. ● La seconde partie est en cours. Elle consiste à recueillir des données destinées à valider les codes de mécanique des fluides numérique, en vue de leur application aux enceintes de confinement.
≈ € 384 000	<ul style="list-style-type: none"> ● Évaluer la capacité des modèles de thermodynamique chimique pour décrire les phénomènes de sorption des radionucléides dans un éventail de conditions géochimiques afin d'améliorer la fiabilité des analyses de sûreté à long terme des dépôts de déchets radioactifs.
US \$ 400 000	<ul style="list-style-type: none"> ● Fournir des informations générales, régulièrement mises à jour sur les méthodes employées pour améliorer la protection des travailleurs et sur la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires. ● Constituer un mécanisme de diffusion de l'information, d'évaluation et d'analyse des données recueillies sur ces sujets et ainsi contribuer à l'optimisation de la protection radiologique.

Nouvelles publications



Information générale

Le plan stratégique de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire – 2005-2009

ISBN : 92-64-02081-0 *Gratuit : versions papier ou web.*

Le nouveau Plan stratégique 2005-2009 de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire a récemment été adopté. Il constitue une feuille de route claire pour atteindre les objectifs fixés par les pays mem-

bres concernant la sûreté nucléaire, la gestion des déchets radioactifs, la radioprotection, le développement de la science et de la technologie nucléaires et les aspects économiques et juridiques de l'énergie nucléaire. Le Plan expose les priorités, les missions et les objectifs ainsi que la marche à suivre pour assurer la réussite de l'opération. Pour autant, il ménage une marge de manœuvre suffisante pour faire face aux priorités nouvelles et évolutives qui pourraient se faire jour.

Aspects économiques et techniques du cycle du combustible nucléaire

Développement des compétences dans le domaine de l'énergie nucléaire

ISBN : 92-64-10852-1 – Prix : € 24, US\$ 29, £ 17, ¥ 3 100.

Dans de nombreux pays, le financement public de la R-D dans le domaine de l'énergie nucléaire a décliné considérablement ou a même complètement disparu. Dans le même temps, les bénéfices des compagnies d'électricité se sont sévèrement réduits. Cette évolution a conduit à moins d'innovation technique et risque d'entraîner une perte de compétences et de savoir-faire dans le domaine électronucléaire. Cependant, tous les pays ne se trouvant pas au même stade du cycle de vie de la technologie nucléaire, ils ne sont pas affectés de la même façon ni dans les mêmes proportions. Une compétence qui aura décliné ou disparu dans un pays pourra occuper une position solide dans un autre. L'une des solutions aux problèmes auxquels le secteur est confronté est donc la collaboration internationale. Cette publication présente les résultats d'une enquête internationale sur les initiatives lancées ces dernières années en matière d'éducation et de formation dans le domaine de l'énergie

nucléaire. Elle aborde les questions clés qui se posent en matière de ressources humaines et identifie de nombreuses bonnes pratiques en terme de coopération internationale. Le rapport comporte un exposé de synthèse dont les conclusions et les recommandations sont destinées aux décideurs et aux autres parties prenantes. Il contient également une analyse approfondie des informations factuelles recueillies dans le cadre de l'étude.

Développement des compétences dans le domaine de l'énergie nucléaire

Rapport de synthèse

ISBN : 92-64-02074-8 *Gratuit : versions papier ou web.*

Cet ouvrage est le résumé d'un rapport portant le même titre ; il présente les principaux résultats d'une enquête internationale sur les initiatives récentes en matière d'enseignement et de formation dans le domaine de l'énergie nucléaire. Les questions-clés des ressources humaines sont abordées et les bonnes pratiques en terme de coopération internationale sont identifiées.

Sûreté et réglementation nucléaires

Avis technique du CSIN N° 6

Analyse d'événements fondée sur l'EPS

ISBN : 92-64-01045-9 *Gratuit : versions papier ou web.*

Le présent avis technique offre au lecteur une description concise des avantages et des inconvénients de l'utilisation de l'évaluation probabiliste de la sûreté (EPS) dans l'analyse des événements d'exploitation des centrales nucléaires en vue de faciliter un meilleur retour d'expérience en matière d'exploitation. Il s'agit de présenter aux responsables nucléaires un point de vue technique clair sur l'utilisation des EPS sur ce sujet. L'audience visée est donc en premier lieu les autorités de sûreté nucléaire, les responsables de la recherche et les industriels. Les autorités gouvernementales, les exploitants de centrales nucléaires et le grand public pourraient aussi être intéressés.

Debris Impact on Emergency Coolant Recirculation

Workshop Proceedings, Albuquerque, NM, USA, 25-27 February 2004

ISBN : 92-64-00666-4

Prix : € 90, US\$ 113, £ 62, ¥ 11 500.

Under normal operation, nuclear reactor fuel is cooled by water circulating in the primary circuit. In the case of a loss-of-coolant accident, the reactor is stopped automatically. Residual fuel heat must then be evacuated, typically by use of a safety injection system and a reactor containment spray system. These systems are fed with water recovered from the bottom of the containment

through sumps. However, because this water may contain debris (insulating material, concrete particles, paint), sumps are equipped with strainers. These strainers may become clogged, preventing emergency coolant recirculation. This could in turn lead to reactor core overheating, or melting in the most extreme circumstances. Participants at the workshop discussed the most recent research and developments in this field, as well as proposed and implemented solutions. These proceedings contain the papers presented at the workshop as well as a summary of the discussions that took place.

Le facteur humain : un défi pour les autorités de sûreté nucléaire

ISBN : 92-64-02090-X *Gratuit : versions papier ou web.*

En juin 2003, le Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CANR) de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a organisé un débat sur l'importance, pour la sûreté nucléaire, du facteur humain et des facteurs d'influence y afférents. La discussion a porté sur trois questions principales : Le facteur humain est-il aussi important pour la sûreté des installations nucléaires que semblent l'indiquer de nombreuses sources ? L'importance du facteur humain s'est-elle accrue au cours des cinq à dix dernières années ? Quelles recommandations peut-on formuler concernant la gestion des défis liés au facteur humain ? Cette publication présente un résumé des présentations d'introduction ainsi qu'une description des défis réglementaires identifiés durant les discussions. L'audience visée est en premier lieu les autorités de sûreté nucléaire ; les organisations de soutien technique, les exploitants de centrales nucléaires, les autorités gouvernementales et le public pourront aussi être intéressés.

Radioprotection

Stakeholder Participation in Radiological Decision Making: Processes and Implications

Third Villigen Workshop, Villigen, Switzerland, 21-23 October 2003

ISBN : 92-64-10825-4 – Prix : € 24, US\$ 30, £ 17, ¥ 3 000.

Since 1988, the OECD Nuclear Energy Agency has been organising a series of workshops to address

the various aspects of stakeholder involvement in radiological protection decision making. These workshops have been instrumental in forging consensus and improving understanding of key issues in this area. Building on the experience of the first two "Villigen workshops", the third in the series extensively analysed three case studies, which covered the licensing of a new facility, the clean-up and release of an old facility, and the rehabilitation of a large, contaminated area. Consideration was given to the stakeholder involvement processes

that had been used, and the implications that these did or could have on radiological protection policy, regulation and application. The workshop papers analysing these processes and implications are presented in these proceedings, which should provide valuable examples and lessons for governments, regulators and practitioners.

Stakeholder Participation in Radiological Decision Making: Processes and Implications ^{vo}

Summary Report of the 3rd Villigen (Switzerland) Workshop, October 2003

ISBN : 92-64-02079-9 Gratuit : versions papier ou web.

This summary seeks to answer the questions that radiological protection professionals ask when confronted with the need to consider stakeholder participation processes. As will become clear, there is no one-size-fits-all blueprint for such processes: the sheer range and diversity of the situations where they may be appropriate dictates a much more flexible approach. However, the workshop demonstrated that it is possible to identify common themes and features. These should aid professionals in developing participation processes without detracting from the flexibility needed to remain responsive to the particular demands and expectations of any given situation. The report is intended for policy makers and regulators with radiological protection responsibilities.

Stakeholder Participation in Radiological Decision Making: Processes and Implications ^{vo}

Case Studies for the Third Villigen Workshop, Villigen, Switzerland, 21-23 October 2003

ISBN : 92-64-02065-9 Gratuit : versions papier ou web.

Within the radiological protection community, stakeholder issues have moved steadily to the forefront of policy discussions, and clearly form a key element in decisions regarding the development and implementation of radiological protection policy. It was in this light that the OECD Nuclear Energy Agency (NEA) undertook three case studies on stakeholder involvement processes and experiences. Experience and lessons were analysed and extracted that may have application to numerous situations in other national contexts. They are intended to aid decision makers and regulators who are involved in radiological protection, and may have particular value for post-accident contamination situations, the siting of new nuclear installations, the management of emissions from routine operations at nuclear facilities, and the decommissioning of existing nuclear installations. The three case studies presented in this report were specifically developed as input to the workshop and address the following situations: the Canadian review process for uranium production projects in Northern Saskatchewan; the Rocky Flats controversy on radionuclide action levels; and the ETHOS project for post-accident rehabilitation in the area of Belarus contaminated by the Chernobyl disaster.

Gestion des déchets radioactifs

Decommissioning of Nuclear Power Facilities –

It can and has been done ^{vo}

Également disponible en italien :

Decommissioning degli Impianti Nucleari –

Si può fare ed è stato fatto

Gratuit : versions papier ou web.

One concern commonly expressed about electricity production from nuclear power is that the decommissioning (i.e. dismantling to a desirable end state) of the redundant radioactive facilities presents a significant problem. In fact, international experience shows that this is not the case. This

brochure looks at decommissioning across the spectrum of nuclear power facilities and shows worldwide examples of successful projects.

Engineered Barrier Systems (EBS): Design Requirements and Constraints ^{vo}

Workshop Proceedings, Turku, Finland, 26-29 August 2003

ISBN : 92-64-02068-3 Gratuit : versions papier ou web.

A joint NEA-EC workshop entitled “Engineered Barrier Systems: Design Requirements and Constraints” was organised in Turku, Finland on 26-29 August 2003 and hosted by Posiva Oy. The

main objectives of the workshop were to promote interaction and collaboration among experts responsible for engineering design and safety assessment in order to develop a greater understanding of how to achieve the integration needed for the successful design of engineered barrier systems, and to clarify the role that an EBS can play in the overall safety case for a repository. These proceedings present the outcomes of this workshop.

Geological Disposal: Building Confidence Using Multiple Lines of Evidence

First AMIGO Workshop Proceedings, Yverdon-les-Bains, Switzerland, 3-5 June 2003

ISBN : 92-64-01592-2 – Prix : € 50, US\$ 63, £ 35, ¥ 6 400.

When preparing the safety case for a deep geological repository of radioactive waste, the integration of wide-ranging information from multidisciplinary sources is a complex task. This has provided the motivation for establishing AMIGO, an OECD/NEA international project on “Approaches and Methods for Integrating Geological Information in the Safety Case”. AMIGO is structured as a series of biannual topical workshops involving site characterisation and safety assessment practitioners with experience in both sedimentary and crystalline rock settings. The first AMIGO workshop was organised in Yverdon-les-Bains, Switzerland on 3-5 June 2003. The main objective of the workshop was to exchange views on building confidence in analyses and arguments that support the safety case using multiple lines of evidence and integrating the work of geoscientists and safety assessors. These proceedings present the outcomes of the workshop.

Learning and Adapting to Societal Requirements for Radioactive Waste Management

Key Findings and Experience of the Forum on Stakeholder Confidence

ISBN : 92-64-02080-2 Gratuit : versions papier ou web.

This report presents a synthesis of the key findings and experience of the NEA Forum on Stakeholder Confidence regarding the governance of long-term radioactive waste management. Most of the main findings are of relevance to all public policy-making processes, not only to radioactive waste management. In this sense, the report reads as a primer on the concrete governance challenges facing complex, collective decision making.

Dossier de sûreté post-fermeture d'un dépôt en formation géologique

Nature et finalité

ISBN : 92-64-02076-4 Gratuit : versions papier ou web.

Le dépôt des déchets radioactifs à vie longue dans des formations géologiques profondes fait l'objet d'études approfondies dans le monde entier dans le but de protéger l'homme et l'environnement, aujourd'hui et dans le futur. Le présent rapport définit et examine la finalité et la teneur générale des dossiers de sûreté post-fermeture relatifs à ces dépôts. L'objectif est de fournir un point de référence aux personnes impliquées dans l'établissement des dossiers de sûreté, à celles qui participent, ou s'intéressent, à la prise de décision dans la gestion des déchets radioactifs.

Stakeholder Involvement Techniques

A Short Guide and Annotated Bibliography

ISBN : 92-64-02087-X Gratuit : versions papier ou web.

Stakeholder involvement, dialogue and deliberation can improve the quality and the sustainability of policy decisions. This publication offers a short guide to stakeholder involvement techniques and their selection. It includes an annotated bibliography pointing to easily accessible handbooks and other resources. While it approaches the topic from the point of view of radioactive waste management, it is intended for any person or organisation considering stakeholder involvement in decision making.

Stepwise Approach to Decision Making for Long-term Radioactive Waste Management

Experience, Issues and Guiding Principles

ISBN : 92-64-02077-2 Gratuit : versions papier ou web.

The decision-making process for developing and implementing long-term radioactive waste management (RWM) solutions extends over decades and involves both a multitude of actors/stakeholders and stages. In order to be sustainable and successful, a great deal of built-in flexibility is needed in designing and carrying out such processes. Concepts such as “stepwise decision making” and “adaptive staging” hold out a means by which the public, and especially the local public, can be meaningfully involved in the review and planning of radioactive waste management solutions. This review of stepwise decision making for long-term RWM pinpoints its current status, highlights its societal dimension and identifies implementation issues from both the point of view of social

research and RWM practitioners. There is convergence between these two perspectives, and general guiding principles and action goals are proposed as a basis for further discussion and development of the stepwise decision-making concept.

Strategy Selection for the Decommissioning of Nuclear Facilities ^{vo}

Seminar Proceedings, Tarragona, Spain, 1-4 September 2003

ISBN : 92-64-01671-6 – Prix : € 60, US\$ 75, £ 42, ¥ 7 700.

As modern nuclear power programmes mature and large, commercial nuclear power plants and fuel

cycle facilities approach the end of their useful life by reason of age, economics or change of policy on the use of nuclear power, new challenges associated with decommissioning and dismantling come to the fore. Politicians and the public may expect there to be a “right answer” to the choice of strategy for a particular type of facility, or even all facilities. Both this seminar and wider experience show that this is not the case. Local factors and national political positions have a significant input and often result in widely differing strategy approaches to broadly similar decommissioning projects. All facility owners represented at the seminar were able to demonstrate a rational process for strategy selection and compelling arguments for the choices made. In addition to the papers that were presented, these proceedings include a summary of the discussions that took place.

Législation nucléaire

Bulletin de droit nucléaire n° 73 (Juin 2004)

Deux numéros et suppléments/an. ISSN 0304-3428
Abonnement 2005 : € 90, US\$ 103, £ 58, ¥ 12 200.

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 et tient le lecteur informé de la jurisprudence, des décisions administratives, des accords bilatéraux et internationaux, et des activités réglementaires des organisations internationales dans le domaine de l'énergie nucléaire.

+ Supplément au n° 73 :

CROATIE - Loi relative à la sûreté nucléaire (promulguée le 21 octobre 2003)

ISBN : 92-64-01711-9 – Prix : € 21, US\$ 26, £ 15, ¥ 2 700.

Législations nucléaires : étude analytique - Mises à jour 2002 et 2003

Réglementation générale et cadre institutionnel des activités nucléaires

ISBN : 92-64-01815-8 – Prix : € 60, US\$ 75, £ 42, ¥ 7 700.

Cette mise à jour 2002-2003 de l'étude analytique relative aux législations nucléaires dans les pays membres de l'OCDE a été préparée en étroite coopération avec les autorités compétentes des pays couverts par l'étude. Elle suit un plan uniforme pour tous les pays, ce qui facilite la recherche et la comparaison des informations. La mise à jour 2002-2003 remplace les chapitres portant sur l'Allemagne, la Belgique, le Canada, la France, l'Irlande, le Mexique, la Pologne, le Portugal, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse. Cette étude est fondée sur les informations en la possession du Secrétariat de l'AEN à la fin de l'année 2003. Elle n'engage ni la responsabilité de celui-ci, ni celle des autorités nationales concernées.

Sciences nucléaires et Banque de données

Basic Studies in the Field of High-temperature Engineering ^{vo}

Third Information Exchange Meeting, Ibaraki-ken, Japan, 11-12 September 2003

ISBN : 92-64-01601-5 – Prix : € 65, US\$ 81, £ 45, ¥ 8 300.

In response to growing interest in high-temperature, gas-cooled reactors (HTGRs) in many countries and the need for improved materials for nuclear applications in high-temperature environments, the NEA organised the Third Information

Exchange Meeting on Basic Studies in the Field of High-temperature Engineering. The proceedings of this meeting provide an overview of high-temperature research currently under way, including studies on the behaviour of irradiated graphite and improvements in material properties under high-temperature irradiation. These proceedings also contain recommendations for further international work in the areas of high-temperature engineering.

Benchmark on Beam Interruptions in an Accelerator-driven System

Final Report on Phase II Calculations

ISBN : 92-64-02072-1 Gratuit : versions papier ou web.

In accelerator-driven system (ADS) development, it is important to evaluate temperature variations caused by beam trips, as this type of event in an ADS results in a temperature transient that can lead to thermal fatigue in the structural components of the subcritical system. A series of benchmarks is therefore being organised by the OECD Nuclear Energy Agency (NEA) for lead-bismuth-cooled and MOX-fuelled accelerator-driven systems. This report provides a comparative analysis of the Phase II calculation results of the beam trip transients at different power densities. In subsequent phases of the benchmark, temperature transients under irradiated fuel conditions will also be investigated. This report and those to follow will be of particular interest to ADS designers, including subcritical system physicists and accelerator scientists.

Computing Radiation Dosimetry - CRD 2002

Workshop Proceedings, Sacavém, Portugal, 22-23 June 2002

ISBN : 92-64-10823-8 – Prix : € 65, US\$ 81, £ 45, ¥ 8 300.

Establishing reliable computational methods and tools for radiation dosimetry is of great importance today because of the increased use of radiation in a number of areas of science, technology and medical applications. Fields concerned include radiation protection, radiation shielding, radiation diagnostics and therapy, radiobiology, biophysics and radiation detection. A series of lectures delivered by experts provides the content of these workshop proceedings. They are a valuable reference for those wishing to better understand the most advanced computational methods in radiation dosimetry.

JANIS - Version 2.1 (A Java-based Nuclear Data Display Program)

Disponible sur demande.

JANIS (Java-based nuclear information software) is a display program designed to facilitate the visualisation and manipulation of nuclear data. Its objective is to allow the user of nuclear data to access numerical values and graphical representations without prior knowledge of the storage format. It offers maximum flexibility for the comparison of different nuclear data sets.

JEFF 3.0 Nuclear Data Library (The)

ISBN : 92-64-01046-7 Gratuit : versions papier ou web.

Neutronics/Thermal-hydraulics Coupling in LWR Technology

Vol. 1: CRISSUE-S – WP1: Data Requirements and Databases Needed for Transient Simulations and Qualification

ISBN : 92-64-02083-7 Gratuit : versions papier ou web.

The interaction between system thermal-hydraulics and 3-D neutron kinetics is relevant for both the safety and the design and operation of existing nuclear reactors and reactor cores. Today, advanced coupled thermal-hydraulics/neutronics computer tools along with powerful computers can perform realistic best-estimate analyses of complex power plant transients. The results provide new insights into the conservatism for the specification of relevant operational safety margins and can imply new optimisations of emergency operating procedures in existing plants. They also improve knowledge of the physical phenomena behind “old-fashioned” problems (critical issues) in light water reactor technology, and can specifically shed light on the interaction between thermal-hydraulics and neutronics that still can challenge the design and operation of nuclear power plants. This report is the first of a series of three. It is devoted to the assembly and the structure of the existing database related to this subject.

Neutronics/Thermal-hydraulics Coupling in LWR Technology

Vol. 2: CRISSUE-S – WP2: State-of-the-art Report

ISBN : 92-64-02084-5 Gratuit : versions papier ou web.

This second volume provides the state-of the art report on this subject.

Neutronics/Thermal-hydraulics Coupling in LWR Technology

Vol. 3: CRISSUE-S – WP3: Achievements and Recommendations Report

ISBN : 92-64-02085-3 Gratuit : versions papier ou web.

This third report summarises the results, selects the most important findings and indicates the industry position on the related subjects.

Pyrochemical Separations in Nuclear Applications

A Status Report

ISBN : 92-64-02071-3 Gratuit : versions papier ou web.

The treatment of spent nuclear fuel is presently performed by the industry using different aqueous chemical processes. Alternative dry processes, using pyrochemical methods, are beginning to receive greater attention due to their potential advantages for more compact reprocessing plant designs, as well as for reduced criticality and radiation dose risks. Effective transmutation of long-lived fission products and minor actinides will be based in future on multi-recycling of the fuel with very high burn-up and short cooling times, conditions for which pyrochemical methods offer various advantages over traditional aqueous processes. Closed nuclear fuel cycles, considered for the future generation of nuclear reactors, could also benefit from pyrochemical reprocessing methods. Studies of pyrochemical processes have so far been carried out at laboratory level. Much R&D work will still be required in order to upgrade these processes to the level of current industrial aqueous processing. This publication describes ongoing national programmes, collaborative international activities, present research needs and future applications for pyrochemical methods, used in the treatment of irradiated nuclear fuel. It will be of particular interest to nuclear scientists involved in the development of advanced fuel cycles.

Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities - SATIF 6

Workshop Proceedings, Stanford, California, USA, 10-12 April 2002

ISBN : 92-64-01733-X – Prix : € 95, US\$ 119, £ 66, ¥ 12 200.

Particle accelerators are used today for an increasing range of scientific and technological applications. They are very powerful tools for investigating the origin and structure of matter, and for improving understanding of the interaction

of radiation with materials, including the transmutation of nuclides and the beneficial or harmful effects of radiation. Particle accelerators are used to identify properties of molecules that can be used in pharmacy, for medical diagnosis and therapy, and for biophysics studies. Particle accelerators must be operated in safe ways that protect the operators, the population and the environment. New technological and research applications give rise to new issues in radiation shielding. These workshop proceedings review the state of the art in radiation shielding of accelerator facilities and irradiated targets. They also evaluate advancements and discuss the additional developments required to meet radiation protection needs.

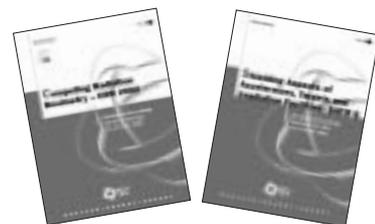
The Need for Integral Critical Experiments with Low-moderated MOX Fuels

Workshop Proceedings, Paris, France, 14-15 April 2004

ISBN : 92-64-02078-0 Gratuit : versions papier ou web.

The use of MOX fuel in commercial reactors is a means of burning plutonium originating from either surplus weapons or reprocessed irradiated uranium fuel. This requires the fabrication of MOX assemblies on an industrial scale. The OECD/NEA Expert Group on Experimental Needs for Criticality Safety has highlighted MOX fuel manufacturing as an area in which there is a specific need for additional experimental data for validation purposes. Indeed, integral experiments with low-moderated MOX fuel are either scarce or not sufficiently accurate to provide an appropriate degree of validation of nuclear data and computer codes. New and accurate experimental data would enable a better optimisation of the fabrication process by decreasing the uncertainties in the determination of multiplication factors of configurations such as the homogenisation of MOX powders. This report contains the proceedings of a workshop organised by the OECD/NEA Nuclear Science Committee. Issues debated include the expression of research needs, proposals of experimental programmes and prospects for an international co-operative programme to address these needs.

 Existe en version anglaise seulement.



Où acheter les publications de l'AEN

Amérique du nord :

Extenza-Turpin North America

56 Industrial Park Drive, Pembroke, MA 02359, USA
Tél. : +1 (781) 829 8973 – Fax : +1 (781) 829 9052
Ligne verte : +1 (800) 456 6323 ; E-mail : ocdna@extenza-turpin.com

Reste du monde :

Extenza-Turpin Distribution Services Limited

Stratton Business Park, Pegasus Drive,
Biggleswade, Bedfordshire, SG18 8TQ, UK
Tél. : +44 (0) 1767 604800 ; Fax : +44 (0) 1767 601640
E-mail : ocdrow@extenza-turpin.com ; Website : www.extenza-turpin.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

Rapports en ligne : www.nea.fr

Les Éditions de l'OCDE, 2 rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(68 2004 02 2 P) – ISSN 1605-959X