



AEN Infos

Volume 27, n° 2

2009

Table des matières

Faits et opinions

Le financement des centrales nucléaires	4
La gestion du travail pour optimiser la radioprotection professionnelle	9

Actualités

Estimation des coûts du démantèlement : panorama des pratiques actuelles	14
Associer les parties prenantes à un partenariat pour la gestion des déchets radioactifs	17
Le Programme MDEP : consolidation et expansion	20
Un cadre législatif pour la sûreté des installations nucléaires dans l'Union européenne	22

Nouvelles brèves

La contribution de l'AEN aux problèmes d'approvisionnement en isotopes médicaux	25
L'énergie nucléaire dans les pays membres de l'AEN	27

Nouvelles publications	28
------------------------	----

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 :

La rédaction, AEN Infos
Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire
12, boulevard des Îles
92130 Issy-les-Moulineaux
France
Tél. : +33 (0)1 45 24 10 12
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'informations, de données et d'analyses non partisane et constitue l'un des meilleurs réseaux d'experts techniques internationaux. Elle comprend actuellement 28 pays membres : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie.

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

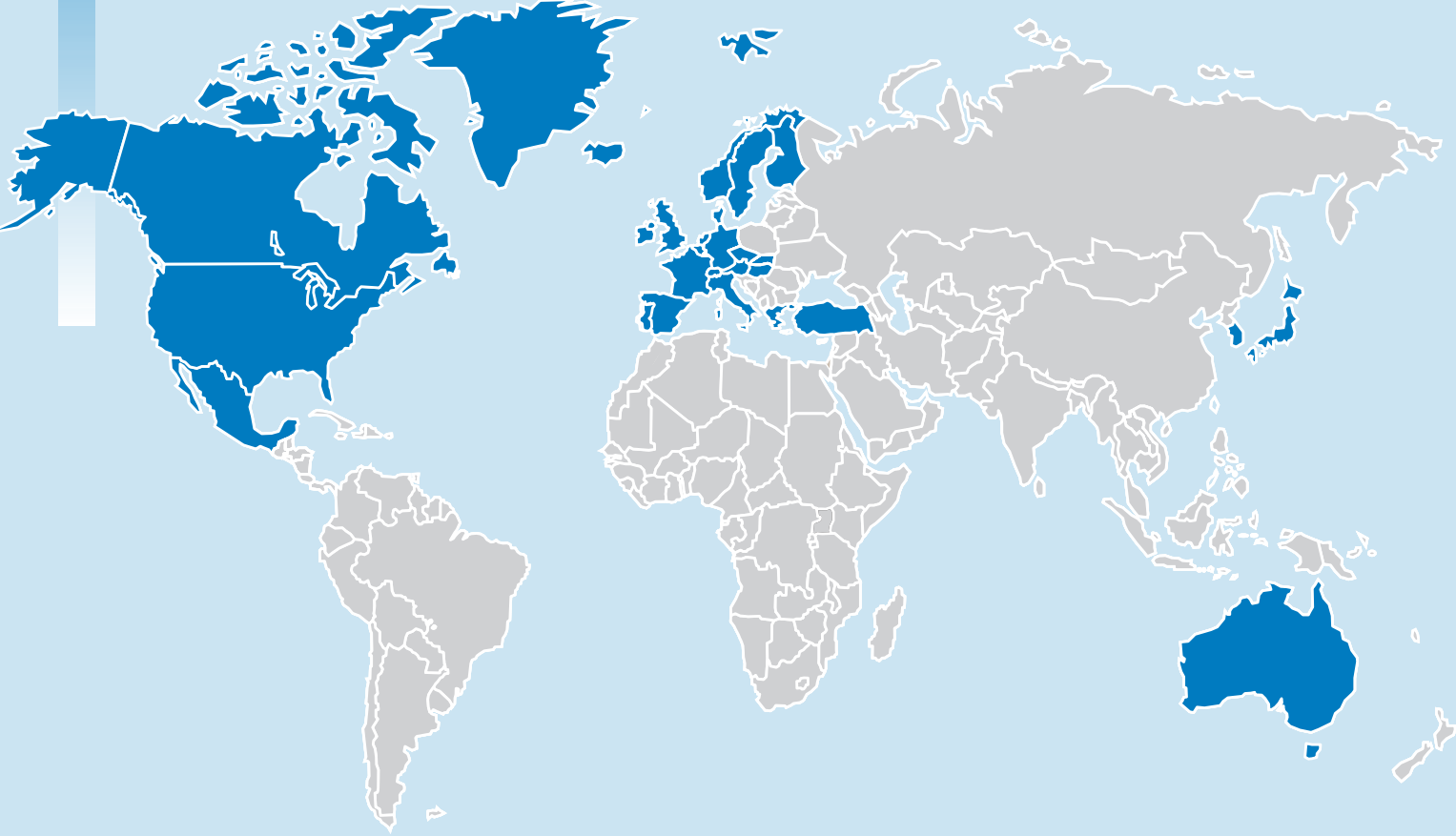
Comité de rédaction :
Janice Dunn Lee
Cynthia Gannon-Picot
Serge Gas

Production et marketing :
Cynthia Gannon-Picot
Solange Quarneau

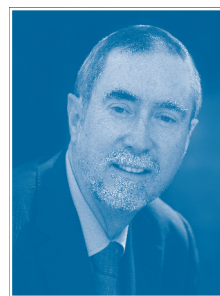
Graphisme et mise en page :
Fabienne Vuillaume

Crédits photos de la page de couverture : centrale nucléaire de Caorso, Italie (photo : SOGIN), réacteur de recherche avancé (photo : INEEL), réacteur de recherche NRU (photo : AECL), installation de gestion de déchets radioactifs de Richland, Washington, USA (photo : US Ecology, Inc.). Crédit de la photo de Luis Echávarri en page 3 (M. Lemelle, France).

Pays membres de l'AEN



L'Agence en première ligne sur les nouvelles problématiques nucléaires



Au cours de six derniers mois, l'intérêt pour l'énergie nucléaire n'a pas décliné. De nombreux pays ont fait part de leur intention de lancer un programme nucléaire ; la Commission européenne a initié un plan de plusieurs milliards d'euros pour des investissements dans les nouvelles énergies, avec l'objectif qu'un premier prototype d'un réacteur de génération IV soit opérationnel en 2020.

Ces investissements dans le nucléaire doivent être financés – et ce pourrait être le principal obstacle dans un contexte de crise économique et financière. La question du partage des risques entre parties prenantes et le rôle des gouvernements sont majeurs, ainsi que le met en lumière la publication qui vient de sortir sur *Le financement des centrales nucléaires*. L'article page 4 revient sur ses principales conclusions.

Le financement du démantèlement doit être envisagé dès le début d'un projet nucléaire. Les estimations de coûts sont devenues obligatoires dans la plupart des pays de l'AEN et des bonnes pratiques peuvent déjà être identifiées, ainsi que l'article page 14 le souligne.

La construction de nouveaux réacteurs nécessite également un cadre réglementaire prévisible. Le Programme multinational d'évaluation des conceptions (MDEP), qui réunit les régulateurs des principaux pays nucléaires, vise à faciliter les approches communes. Secrétariat technique du MDEP, l'AEN a organisé une conférence d'importance en septembre dernier au cours de laquelle les résultats du travail de l'initiative MDEP ont été partagés avec les fabricants, les organismes de standardisation et les pays non membres du programme. Un aperçu des activités en cours du MDEP est donné page 20.

Une étape majeure a été franchie en matière de réglementation européenne avec l'adoption de la « Directive du Conseil établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires ». Il s'agit d'une avancée décisive, sachant que le projet initial avait été diffusé en 2003, ainsi que l'article en page 22 l'explique ; l'article revient également sur les innovations issues de cette nouvelle réglementation.

Au croisement de la réglementation et de l'exploitation, la protection radiologique est toujours au cœur des préoccupations de l'AEN. L'Agence a émis il y a déjà 50 ans les premières normes de base en la matière pour les travailleurs. Après l'accident de Tchernobyl, elle a initié le Système international sur l'exposition professionnelle (ISOE). Le nouveau rapport sur *La gestion du travail pour optimiser la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires* et ses principales lignes sont décrits dans l'article page 9.

L'exposition aux rayonnements doit clairement être minimisée ; une crise récente nous rappelle néanmoins que les sources ionisantes peuvent aussi jouer un rôle vital pour la santé humaine, en particulier à travers leurs applications médicales. Page 25, la nouvelle brève sur la pénurie en matière de radio-isotopes explique la situation et résume la contribution de l'AEN à la résolution de cette crise.

Alors que les radio-isotopes médicaux ont récemment suscités l'inquiétude du public, la gestion des déchets nucléaires a certainement constitué un sujet constant de préoccupation au cours des dernières décennies. L'article page 17 rappelle que la confiance des parties prenantes et leur participation dans la sélection des sites deviennent des éléments-clés du processus.

La technologie nucléaire, que l'objectif soit l'énergie ou le médical, rend possible beaucoup de nos activités quotidiennes, mais la conscience de ce fait n'est pas toujours répandue dans le grand public ; il en va de même s'agissant du rôle de cette énergie dans la limitation des émissions de gaz à effet de serre. Les extraits des *Données sur l'énergie nucléaire 2009* de l'AEN donnent page 27 des chiffres-clés qui ne doivent être oubliés, dans le contexte de la conférence sur le changement climatique tenue en décembre à Copenhague (COP-15).

Luis E. Echávarri
Directeur général de l'AEN

Le financement des centrales nucléaires

par M. Taylor*

Les centrales nucléaires actuellement en service occupent une place importante dans la fourniture d'une électricité sûre, économique et à faible émission de CO₂ dans de nombreux pays de l'OCDE. Parallèlement, on admet de plus en plus que le développement du nucléaire pourrait jouer un rôle précieux dans la réduction des futures émissions de dioxyde de carbone. Pourtant, seule une poignée de centrales nucléaires ont été construites ces dernières années dans quelques pays de l'OCDE. Les défis que lance le financement de la construction des centrales nucléaires expliquent en grande partie cette situation.

Le rapport que vient de publier l'AEN sous le titre *Le financement des centrales nucléaires* étudie ces difficultés. Constatant qu'il ne saurait y avoir d'expansion des programmes nucléaires sans un soutien financier solide et durable de la part des États, ce rapport met en lumière le rôle des gouvernements dans la facilitation et l'encouragement des investissements dans de nouvelles capacités nucléaires.

Principaux obstacles au financement des centrales nucléaires

Bien que la construction de centrales nucléaires ait de nombreux points communs avec celle d'autres grandes infrastructures, certaines particularités et conditions spécifiques distinguent à plusieurs titres les investissements dans les nouvelles centrales nucléaires. Il s'agit :

- du coût en capital élevé et de la grande complexité technique des centrales nucléaires, qui sont des facteurs de risque relativement importants pendant la construction et l'exploitation ;
- du délai relativement long de rentabilisation des investissements ou de remboursement des emprunts contractés pour construire les centrales nucléaires, qui a pour effet d'accroître les risques liés aux incertitudes des marchés de l'électricité ;

- des controverses que font souvent naître les projets nucléaires, augmentant ainsi les risques politiques et réglementaires ;
- de la nécessité de disposer de solutions et de mécanismes clairs de financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs, que seuls les gouvernements sont en mesure de définir ;
- de l'exploitation indispensable des centrales nucléaires à des facteurs de charge élevés, de préférence en base.

Le montant très élevé de l'investissement dans une centrale nucléaire signifie que son économie globale est davantage tributaire du coût en capital, ou du taux d'actualisation, appliqué aux capitaux investis dans sa construction. Selon un principe valable pour tout investissement, plus les risques sont grands, plus le retour sur investissement doit être important. C'est pourquoi le coût en capital d'une centrale dépendra de l'évaluation que les investisseurs auront faite des risques encourus.

Durant la précédente période de forte croissance du nucléaire, dans les années 1970 et 1980, de nombreux projets nucléaires ont connu des retards importants et des dépassements considérables des coûts. En outre, compte tenu du faible nombre de centrales construites ces dernières années dans la plupart des pays, les problèmes rencontrés par le passé donnent aux investisseurs potentiels un sentiment de risque accru. Lorsque le coût en capital est important, tout retard de construction a un impact considérable sur les coûts totaux.

* M. Martin Taylor (martin.taylor@oecd.org) travaille à la Division du développement de l'énergie nucléaire de l'AEN.

Tableau 1: Principaux types de risque liés aux investissements dans une centrale nucléaire

Type de risque	Description des risques principaux	Entité endossant principalement le risque et possibilités de réduction du risque
Conception	Erreur de spécification ou conception ne correspondant pas aux spécifications, avec éventuellement nécessité de revoir la conception pendant la construction, d'apporter des modifications à l'autorisation, de faire des travaux complémentaires et de remplacer des équipements.	Propriétaire et/ou constructeur selon le responsable de l'erreur. Éviter les risques propres à une tête de série en utilisant une conception établie. Faire appel à des directeurs de projet expérimentés.
Construction et chaînes d'approvisionnement	Retard pris par les entrepreneurs ou les sous-traitants sur le chantier ou pour la fourniture des équipements ; travaux ou matériel de mauvaise qualité nécessitant leur remplacement ; coûts du travail ou des équipements plus élevés que prévu ; retard de la mise en service de la centrale ; etc.	Constructeur et/ou d'autres sous-traitants, ainsi que propriétaires. Recours à des contrats appropriés avec des sous-traitants expérimentés et pour une conception établie.
Autorisations et permis	Délais inattendus de délivrance des permis de construire et de l'autorisation d'exploitation par les autorités nationales et locales ; retard excessif dans le renouvellement ou non-renouvellement de l'autorisation d'exploitation ou autres permis pendant l'exploitation de la centrale.	Propriétaires et pouvoirs publics. Nécessité d'établir un dispositif réglementaire efficace et prévisible ; les risques sont moins grands lorsque le système a fait l'objet d'une démonstration complète.
Politique	Changement de gouvernement et/ou de politique en matière d'énergie nucléaire, risquant d'aboutir à la détérioration des conditions fiscales, financières ou contractuelles ; exigences réglementaires supplémentaires ; abandon forcé de la construction ou fermeture prématurée d'une centrale en service.	Propriétaires et pouvoirs publics. Parvenir à un consensus politique général sur le rôle du nucléaire, et prévoir une couverture juridique et contractuelle précise du risque politique.
Finance	Variations des taux d'intérêt et des impôts ; impossibilité de refinancer les emprunts dans des conditions favorables ; risques de change ; impossibilité d'obtenir une assurance couvrant la responsabilité civile nucléaire ou d'autres assurances et leurs coûts.	Propriétaires. Risque réduit au moyen d'instruments financiers ; les pouvoirs publics doivent établir le régime juridique de la responsabilité civile nucléaire.
Catastrophes naturelles, force majeure	Séismes et autres catastrophes naturelles (en fonction des régions), susceptibles d'endommager la centrale ou de provoquer des arrêts non programmés ; menaces pour la sécurité et menaces d'attentats qui peuvent augmenter les coûts.	Propriétaires. Exigences de conception sismique à respecter pour obtenir l'autorisation ; assurances ; éviter l'implantation dans des régions politiquement instables ; mesures de protection physique.
Exploitation	Pannes de matériel et incidents d'exploitation, entraînant une baisse de la production électrique, des arrêts non programmés, des travaux de maintenance et des réparations supplémentaires, etc. ; retards et incidents pendant le rechargement et la maintenance programmée.	Propriétaires ainsi que constructeurs et/ou autres sous-traitants (y compris les garants). Recours à des sous-traitants expérimentés, des opérateurs qualifiés et des équipements ayant fait leurs preuves.
Fourniture de combustible	Retard de fourniture des éléments combustibles, entraînant une réduction de la production d'électricité, voire la fermeture de la centrale ; problème de qualité du combustible engendrant des difficultés de manutention ; forte hausse imprévue des coûts du cycle du combustible.	Propriétaires. Contrats à long terme pour les services du cycle du combustible ; mise en concurrence des fournisseurs ; les gouvernements peuvent avoir à signer des accords avec les pays fournisseurs.
Marché de l'électricité et échange de droits d'émissions de carbone	Défaut d'appel par le gestionnaire du réseau ; chute imprévue des prix de l'électricité sur le marché ; défaillance d'un acheteur ayant signé un contrat à long terme ou un contrat d'obligation d'achat ; modifications défavorables de la réglementation des marchés de l'électricité ou du régime d'échange de droits d'émissions de carbone.	Propriétaires. Marchés de l'électricité prévoyant des dispositions adaptées concernant les contrats à long terme, la tarification, l'appel des groupes, etc. ; stabilité du régime d'échange et de fixation du prix du carbone.
Démantèlement et gestion des déchets	Incapacité de mettre en place des installations nationales aux échéances prévues et donc incapacité d'évacuer du site le combustible usé et les déchets ; coûts plus élevés que prévu en raison des incertitudes politiques et des retards ; provisions plus importantes exigées pour couvrir les coûts du démantèlement.	Propriétaires et/ou État. Nécessité pour le gouvernement de définir des politiques claires et cohérentes et de prendre des mesures adaptées pour les mettre en œuvre.



La demande de nouvelles centrales nucléaires continue à être forte, notamment en Asie.

Plusieurs facteurs différents peuvent retarder la mise en service d'une centrale. En plus des problèmes techniques liés aux risques de la construction et de la chaîne d'approvisionnement (parmi lesquels la disponibilité d'une main-d'œuvre qualifiée et de spécialistes), citons les problèmes juridiques, les problèmes réglementaires ou d'autorisation, ainsi que les risques politiques.

La phase d'exploitation n'est pas non plus dénuée de risques financiers. Il s'agit des coûts du combustible, des prix de l'électricité sur le marché, de la fiabilité et des performances de l'installation ainsi que des risques politiques. Ces risques existent pour la plupart des projets de centrale, mais leur ampleur varie. Le tableau 1 résume quelques-uns des principaux types de risque liés à l'investissement dans les centrales nucléaires, ainsi que les solutions envisageables pour y remédier.

Depuis la construction de la plupart des centrales actuelles, le marché de l'électricité a été restructuré dans de nombreux pays de l'OCDE afin d'y introduire les principes de concurrence. Alors qu'auparavant les compagnies d'électricité qui construisaient des centrales nucléaires pouvaient en répercuter les coûts sur les consommateurs, dans un contexte de marché ouvert à la concurrence, rien ne garantit que les prix de l'électricité assurent un retour sur investissement suffisant. Néanmoins, certains pays et régions disposent toujours de compagnies d'électricité puissantes et verticalement intégrées ou continuent à réglementer le prix de l'électricité. Le financement de nouvelles centrales nucléaires peut se révéler plus aisé dans ce cas.

Impact de la crise financière actuelle

Le système financier mondial a traversé récemment la pire crise qu'il ait connue depuis plusieurs décennies avec la faillite ou le renflouement massif par l'État d'un certain nombre de grandes banques. Cette crise a des conséquences importantes à court terme sur la capacité de lever des fonds auprès du secteur privé pour toute forme d'investissement, y compris dans les grandes infrastructures. Dans de nombreux pays de l'OCDE, les finances publiques sont également soumises à rude épreuve. En même temps, le ralentissement de l'économie et la diminution de la demande d'énergie et d'électricité réduisent l'attractivité des investissements dans les infrastructures énergétiques. Les prix du pétrole et du gaz naturel ont eux aussi chuté, de sorte que les incitations à investir dans des sources énergétiques non fossiles, dont l'énergie nucléaire, sont moindres à court terme.

Il est difficile d'estimer l'effet précis de la situation actuelle sur les investissements dans le nucléaire à court et à moyen terme, étant donné que la plupart des projets nucléaires potentiels n'ont pas encore donné lieu à des commandes fermes et que d'autres incertitudes pèsent sur leur calendrier de construction. À plus long terme, les arguments en faveur d'un investissement dans de nouvelles centrales nucléaires et les obstacles à cet investissement resteront fondamentalement les mêmes. L'aspect le plus préoccupant est alors le fait que les décisions importantes en matière d'investissement seront retardées. En tenant compte du temps nécessaire pour mener à bien les projets nucléaires, cela signifie qu'il

faudra adopter des solutions à court terme lorsque la croissance économique et la demande d'énergie repartiront à la hausse.

Questions et enseignements

Le lancement et le développement d'un programme nucléaire requièrent de toute évidence un soutien fort et constant du gouvernement qui s'inscrive dans une stratégie énergétique nationale à long terme. Étant donné les très longs délais de réalisation des projets nucléaires, un large consensus politique sera probablement nécessaire. Dans le cas contraire, les investisseurs seront exposés à des revirements soudains de politique lors des changements de gouvernement et risquent de voir leurs investissements menacés.

Par leur action, les pouvoirs publics peuvent lever une bonne partie des risques associés aux facteurs spéciaux énumérés précédemment. D'autres risques, dont ceux inhérents à tout projet de construction de grande ampleur, peuvent être transférés à d'autres ou assumés à plusieurs en mettant en place une organisation appropriée du projet qui permette d'atténuer les risques encourus par les investisseurs.

Plus précisément, les gouvernements doivent créer un cadre réglementaire efficace prévoyant des occasions appropriées d'associer le public tout en permettant de prendre des décisions claires et sans équivoque dans un délai raisonnable. Des dispositifs juridiques complémentaires régissant les questions de responsabilité, de gestion des déchets radioactifs et de démantèlement sont également indispensables. En outre, les gouvernements ont un rôle important à jouer en informant le public et en conduisant un débat national sur le rôle de l'énergie nucléaire.

Les risques inhérents aux marchés de l'électricité peuvent être limités par des accords à long terme avec les gros consommateurs ou les distributeurs d'électricité. Dans certains cas, la participation directe de ces consommateurs à la structure du projet peut être une option attrayante. Le rôle des gouvernements dans ce cas consiste à définir la réglementation qui régit les marchés de l'électricité, sachant que si elle est mal conçue, elle risque de favoriser indûment les investissements à court terme.

Le coût des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) est un autre facteur important ayant des répercussions sur les marchés de l'électricité. Toute incertitude sur le prix du carbone et sur l'engagement à long terme des hommes politiques dans la mise en œuvre de ces politiques pourrait limiter les bénéfices de ceux qui investissent dans le nucléaire. Là encore, les gouvernements peuvent prendre des mesures pour réduire ces incertitudes. Une nouvelle convention des Nations Unies reconnaissant la contribution potentielle de l'énergie nucléaire à la réduction des émissions de CO₂ pourrait être un pas important dans cette direction.

Néanmoins, c'est la phase de construction d'un projet nucléaire qui est généralement considérée comme la plus hasardeuse par les investisseurs. Ceci est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit d'une « tête de série » ou de nouveaux programmes nucléaires. De fortes sommes doivent être investies dès le début, alors qu'il faut attendre plusieurs années avant d'obtenir un retour sur investissement. Dans le passé, le risque associé à la construction était répercuté sur les consommateurs d'électricité via les prix réglementés, mais, sur les marchés libéralisés, cela n'est désormais plus possible.

Dans une certaine mesure, le risque de construction peut être partagé avec les constructeurs de centrales nucléaires et les autres entreprises qui participent à la construction de l'installation, soit par le biais de contrats clés en main à prix fixes ou de clauses contractuelles relatives à la performance, mais, dans la pratique, les entrepreneurs n'ont qu'une capacité limitée pour affronter ce type de risque. En outre, les investisseurs susceptibles de souscrire à leurs emprunts obligataires ne seront pas prêts à courir un tel risque.

De ce fait, dans la plupart des cas, les risques de retard et de dépassement de coûts seront pour l'essentiel assumés par ceux qui investissent en fonds propres. Pour limiter ces risques, ils ne peuvent alors qu'opter pour des conceptions standardisées de centrales qui sont déjà en service ailleurs, construites par des entreprises expérimentées et bien gérées. Sur ce point, l'État peut apporter un soutien ciblé pour ramener à un niveau acceptable les risques supportés par les investisseurs, du moins pour un nombre limité d'installations, afin de démarrer ou redémarrer un programme nucléaire.

Le financement sur le marché est le modèle qui devrait être le plus largement applicable aux nouvelles centrales nucléaires. Les grandes compagnies d'électricité financièrement solides seront les mieux à même de financer la construction de centrales, en particulier si elles sont verticalement intégrées. Elles pourront obtenir plus facilement des prêts adossés à leurs actifs. Ce sont les pays où ces compagnies d'électricité n'existent pas qui auront le plus besoin d'un soutien direct de l'État pour partager les risques de la construction.

Il semble très peu probable, dans un avenir prévisible, de pouvoir financer une nouvelle centrale nucléaire par le biais d'un financement sans recours, ou financement de projet (le projet de centrale nucléaire étant la seule garantie). Même si le montage repose fortement sur des fonds propres, il serait étonnant que les investisseurs obligataires soient disposés à investir de fortes sommes sans la perspective d'être remboursés sur les autres actifs d'une compagnie d'électricité solide et connue pour sa solvabilité.

Il est important de noter que le financement d'une centrale nucléaire peut évoluer au cours de sa vie et, en particulier, qu'un refinancement est éventuellement possible après sa mise en service avec succès. À ce stade, c'est-à-dire lorsque les risques liés à la construction ont disparu et que l'installation a démontré qu'elle peut produire des revenus réguliers pendant plusieurs décennies, elle peut devenir un investissement attractif pour des investisseurs qui se placent dans une perspective à long terme.

Éventuelles mesures à prendre par les gouvernements à l'appui du financement des centrales nucléaires

Les principales mesures que devraient envisager les gouvernements souhaitant favoriser l'investissement dans la construction de centrales nucléaires sont les suivantes :

- Apporter un soutien manifeste et durable au développement de l'énergie nucléaire en défendant la contribution du nucléaire à l'approvisionnement énergétique dans le cadre de la stratégie nationale à long terme.
- Travailler sans tarder avec les compagnies d'électricité, les entreprises financières et d'autres investisseurs potentiels, ainsi qu'avec l'industrie nucléaire, pour résoudre les problèmes qui risquent de faire obstacle à l'investissement dans le nucléaire et éviter de se tromper dans la définition des paramètres des nouvelles centrales nucléaires.
- Mettre en place un cadre réglementaire adéquat et efficace laissant la possibilité au public de participer au processus de prise de décision tout en donnant aux investisseurs potentiels les assurances dont ils ont besoin pour planifier un investissement aussi important.
- Prendre les dispositions nécessaires pour la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé et mettre en évidence les progrès accomplis dans le sens de l'adoption d'une solution pour le stockage définitif des déchets. En ce qui concerne les investisseurs, il faudra définir précisément les dispositifs financiers en place pour qu'ils payent la part des coûts qui leur revient.
- S'assurer que la réglementation des marchés électriques ne désavantage pas les centrales nucléaires. Des dispositifs à long terme pourraient être nécessaires pour apporter aux investisseurs la certitude qu'exige la longévité des projets nucléaires.
- Si la réduction des émissions de CO₂ se révèle être une incitation à investir dans l'énergie nucléaire, le gouvernement devra peut-être garantir qu'il prendra des mesures pour maintenir les prix du carbone à un niveau suffisamment élevé.

Dans les pays dotés de grandes compagnies d'électricité, nationales ou étrangères, suffisamment solides au plan financier pour investir directement dans la construction de centrales nucléaires, un financement totalement privé peut être possible. Ailleurs pourtant, il peut se révéler impossible pour un projet de centrale nucléaire d'avancer sans l'aide financière directe ou indirecte du secteur public qui pourrait réduire à un niveau acceptable les risques que présente l'investissement.

Parmi les formes de soutien qu'il peut dispenser, le secteur public peut aider une compagnie d'électricité publique à investir les capitaux indispensables dans une centrale nucléaire et accorder des garanties de prêt, des crédits d'impôt ou d'autres avantages aux entreprises privées, ou créer des partenariats public-privé. Les gouvernements devraient s'assurer que, dans l'ensemble, le risque lié à l'investissement demeure convenablement partagé avec le secteur privé. ■

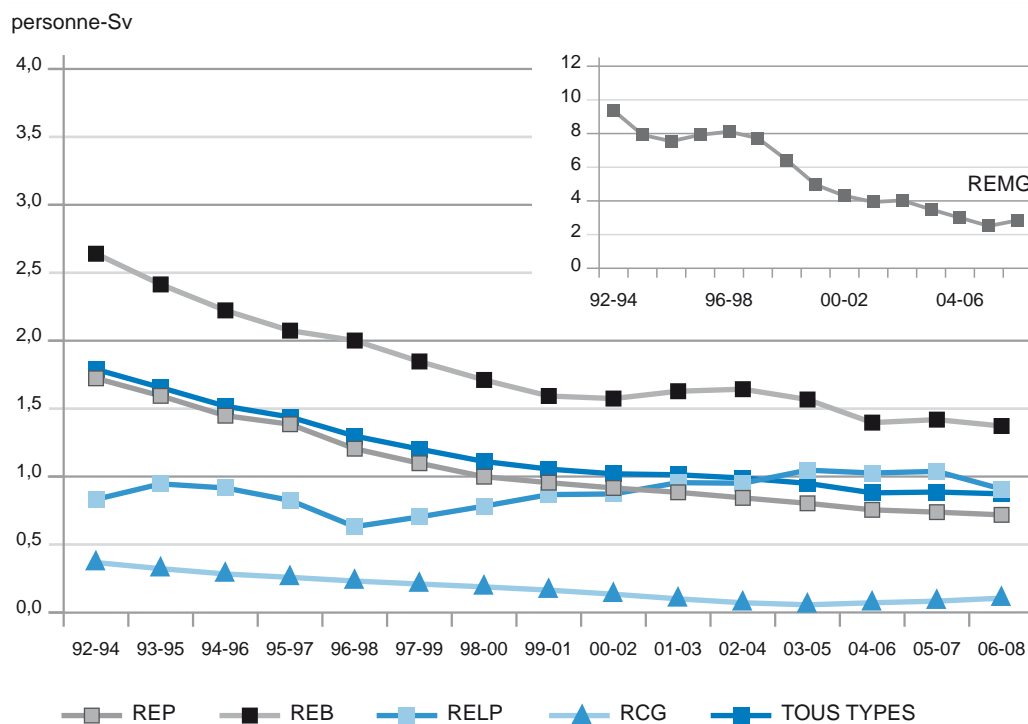
La gestion du travail pour optimiser la radioprotection professionnelle

par B. Ahier*

La radioexposition professionnelle dans le parc mondial de centrales nucléaires n'a cessé de diminuer depuis le début des années 1990. Les pressions réglementaires, les avancées technologiques, de meilleures conceptions de centrales et procédures d'exploitation, la culture du « niveau aussi bas que raisonnablement possible » (ALARA, de l'anglais « *as low as reasonably achievable* ») et l'échange d'informations ont contribué à cette diminution

(voir Figure 1). Cependant, maintenir la radioexposition professionnelle à un niveau aussi bas que raisonnablement possible demeure actuellement un défi pour les professionnels de la radioprotection du fait du vieillissement continu des centrales nucléaires mondiales, des éventuelles extensions de leur durée de vie, des pressions économiques actuelles, des évolutions politiques, sociales et réglementaires, et des plans de nouvelles constructions nucléaires.

Figure 1: Dose annuelle collective par réacteur, moyenne mobile sur trois ans, 1992-2008



Source : AEN, 2009.

* M. Brian Ahier (brian.ahier@oecd.org) travaille dans la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN.

Depuis 1992, le Système d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE), programme mené conjointement par l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE et l'Agence internationale de l'énergie atomique, fournit aux professionnels de la radioprotection des exploitants nucléaires et des autorités nationales de régulation du monde entier une enceinte pour coordonner les initiatives de coopération internationale pour la radioprotection du personnel dans les centrales nucléaires. ISOE a pour but d'améliorer la gestion de la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires grâce à un échange d'informations, de données et d'expériences pertinentes sur les méthodes permettant d'optimiser la radioprotection professionnelle.

La compréhension généralisée du besoin de planifier et de réaliser soigneusement les arrêts pour le rechargement en combustible et pour l'entretien a été déterminante pour une gestion efficace de l'exposition professionnelle. Cette approche, appelée *gestion du travail*, insiste sur l'importance d'envisager les tâches dans une optique d'équipes pluridisciplinaires, et de suivre ces tâches à tous les niveaux depuis leur conception jusqu'au suivi après réalisation. Depuis la publication du premier rapport d'ISOE sur la gestion du travail en 1997, cette approche a été largement mise en œuvre dans l'industrie nucléaire et s'est révélée utile depuis plusieurs années pour réduire les doses d'exposition du personnel et les coûts d'exploitation. Cependant, l'industrie nucléaire est toujours confrontée aux pressions économiques et réglementaires alors que de nombreux autres changements ont eu lieu, y compris les évolutions du système de radioprotection, des avancées technologiques, les conditions économiques, politiques et sociales, ainsi que la perspective de nouvelles constructions nucléaires. L'échange d'expérience actuellement pratiqué entre les professionnels de la radioprotection est tout aussi important.

Bien que la gestion du travail ne soit plus un concept nouveau, il est nécessaire de poursuivre les efforts pour maintenir les performances, les résultats

et les tendances face aux défis actuels et futurs. Le programme ISOE a ainsi créé un Groupe d'experts sur la gestion du travail en 2007 afin de rédiger un rapport à jour de l'état actuel des connaissances, de la technologie et de l'expérience en matière de radioprotection professionnelle dans les centrales nucléaires. Publié dans le courant de 2009, le nouveau rapport d'ISOE sur *La gestion du travail pour optimiser la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires* est un guide pratique à jour de l'application des principes de gestion du travail et donc une contribution à l'optimisation de la radioprotection professionnelle. Ce

rapport présente les points clés de la gestion du travail qui devraient être pris en compte par les responsables et le personnel des centrales nucléaires afin de gagner du temps, de l'argent et réduire l'exposition. Il s'appuie ainsi sur des exemples concrets et récents issus des membres d'ISOE.

Les principes de la gestion du travail

L'exploitation et l'entretien des centrales nucléaires entraînent une exposition professionnelle du personnel. L'expérience montre que l'optimisation de la radioprotection professionnelle nécessite une approche cohérente et globale de la gestion du travail. Cette approche souligne l'importance de gérer complètement les tâches depuis leur planification jusqu'à leur suivi en s'appuyant sur un travail en équipe pluridisciplinaire qui implique toutes les parties prenantes concernées. Alors que la réduction de la dose d'exposition n'est qu'un élément de cette méthode, le personnel de radioprotection est une composante-clé d'une telle équipe et doit agir dans ce contexte pour assurer que les expositions professionnelles soient maintenues « ALARA ».

Les mesures de gestion du travail visent à optimiser la radioprotection professionnelle dans un contexte de viabilité économique de l'installation. Les facteurs importants sont alors les mesures et les techniques qui influencent i) la dose et le débit de dose, y compris la réduction du terme source ;

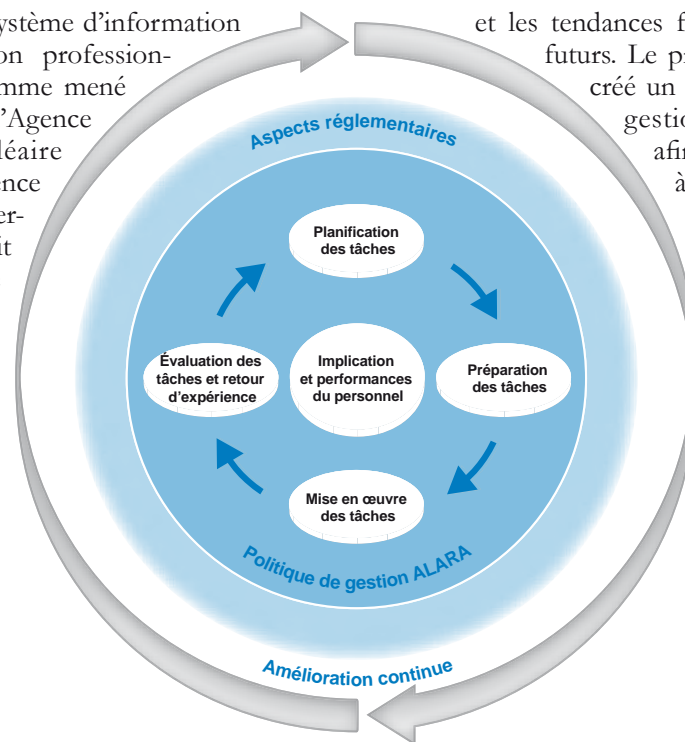


Figure 2 : Composantes de la gestion du travail et leur nature itérative

ii) l'exposition, y compris le temps passé pour intervention dans les zones contrôlées ; et iii) l'efficacité de la planification à court et long terme, l'implication du personnel, la coordination et la formation. Les dispositions adoptées en matière de motivation et d'organisation, compte tenu de leur nature large et transversale, sont tout aussi importantes. La responsabilité de ces éléments peut être répartie entre différents services de l'organisation d'une centrale et nécessite ainsi de reconnaître, de justifier et d'intégrer correctement une approche pluridisciplinaire, quelle que soit la tâche.

D'après l'expérience opérationnelle du programme ISOE, les domaines-clés suivants en matière de gestion du travail ont été conçus :

- les aspects réglementaires ;
- la politique de gestion ALARA ;
- l'implication et les performances des travailleurs ;
- la planification et le calendrier des tâches ;
- la préparation des tâches ;
- la mise en œuvre des tâches ;
- l'évaluation des tâches et le retour d'expérience ;
- la garantie d'une amélioration continue.

Les détails de chacun de ces secteurs sont développés et illustrés dans le rapport par des exemples et des études de cas tirés de l'expérience d'ISOE. L'objectif est de transmettre à toutes les personnes concernées des expériences pertinentes de bonnes pratiques d'application des initiatives en matière de gestion du travail visant à optimiser la radioprotection professionnelle dans l'industrie nucléaire. Les éléments essentiels pour chacun de ces domaines sont décrits brièvement ci-dessous.

Les aspects réglementaires

Opération donnée en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, le cadre réglementaire applicable doit être respecté. Les cadres réglementaires visent à garantir la protection des travailleurs, de la population et de l'environnement contre les rayonnements ionisants grâce à des règlements qui traitent de la radioprotection. Ces réglementations participent à une structure efficace de radioprotection comprenant une « culture de sûreté » partagée par les responsables de la radioprotection, depuis les travailleurs jusqu'à la direction. Le cadre régissant les autorisations représente pour les autorités de régulation l'un des moyens de contrôle à leur disposition. De tels cadres peuvent avoir des degrés variables d'exigence et peuvent donc avoir une influence sur les choix qui s'offrent aux producteurs dans leur manière d'aborder la gestion des tâches. Dans ce cadre réglementaire, les exploitants doivent également développer et fixer leurs propres procédures internes de radioprotection

ainsi que leurs objectifs de gestion des expositions individuelle et collective.

La politique de gestion ALARA

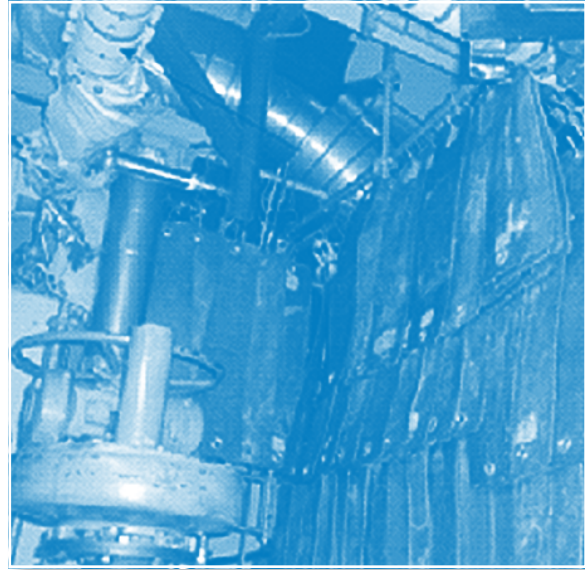
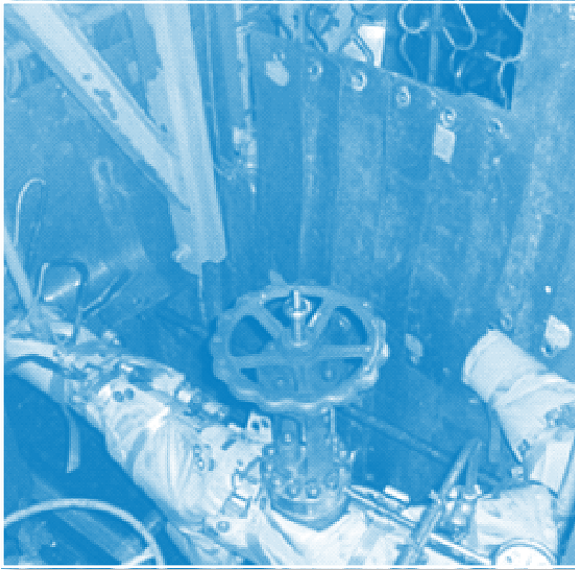
L'approche ALARA consiste à se poser sans cesse la question de savoir si tout a été raisonnablement fait pour réduire les doses de manière optimale. Pour encourager l'application concrète de cette philosophie, il est nécessaire de créer des organisations spécifiques pour la gestion ALARA, répartir tant les responsabilités individuelles que collectives et fixer les règles communes à mettre en œuvre. La direction de la centrale doit mettre en place une structure de gestion ou une organisation qui garantit que la radioprotection est prise en compte de manière appropriée pour toutes les tâches réalisées. Notamment, la direction de la centrale doit avoir une attitude volontaire pour soutenir, d'un point de vue stratégique et budgétaire, une approche par équipe pluridisciplinaire pour planifier, établir un calendrier, mettre en œuvre et assurer le suivi des tâches. Bien que ce type de structures varie d'un pays et d'un producteur à l'autre, nombre des caractéristiques de ces structures sont communes et peuvent bénéficier de l'échange d'expérience entre professionnels de la radioprotection.

L'implication et les performances du personnel

Les niveaux ALARA ne peuvent être atteints sans l'engagement au niveau du travailleur. C'est lui qui est exposé et il joue un rôle majeur dans la réduction de l'exposition. Tandis que la planification et la mise en œuvre de certains types de tâches peuvent s'effectuer sans retour d'expérience du personnel, il existe de nombreuses composantes qui peuvent être soutenues ou améliorées grâce à l'engagement du travailleur et qui peuvent contribuer à ses performances. En impliquant le personnel dans la tâche à réaliser, depuis sa planification jusqu'à son contrôle après réalisation, l'employé sera certainement plus motivé à l'exécuter au mieux de ses capacités. Cela se traduira par des doses plus faibles et une meilleure qualité du travail accompli. Pour assurer la pleine implication du personnel, l'environnement doit favoriser l'émergence et la poursuite de cet engagement, ainsi que garantir un système dans lequel les employés, à leurs niveaux de compétences, correspondent bien aux tâches qui leur sont confiées.

La planification et le calendrier des tâches

Les tâches doivent être planifiées avec soin pour assurer la meilleure radioprotection. L'étape de la planification est une phase essentielle au cours de laquelle les actions de gestion du travail sont mises en œuvre, les critères de radioprotection sont intégrés, de même que le retour d'expérience et l'étalonnage, pour être sûr d'appliquer l'approche la plus efficace.



Installation de protections biologiques sur les tuyauteries.

La planification et le calendrier doivent non seulement identifier les étapes de la tâche mais également leurs relations et leur nature pluridisciplinaire. On compte parmi les problèmes majeurs du choix et de la planification des tâches l'utilisation d'hypothèses réalistes au moment de décider de la nécessité de réaliser une tâche, le choix des tâches uniquement « nécessaires » à une exploitation sûre et efficace de la centrale, et à la mise en œuvre d'un calendrier minuté, mais pas précipité, afin de réduire le risque de nouvelle intervention. Une attention toute particulière doit être portée à l'optimisation de la durée des arrêts. Le calendrier des tâches corrélées, l'identification d'éventuelles interférences entre elles et les dangers sur la zone de travail, ainsi que l'identification des tâches exposées à des doses élevées sont des éléments cruciaux pour une utilisation optimale des ressources et pour mener à bien une tâche. En termes de planification des tâches, il est essentiel d'intégrer effectivement les leçons tirées des travaux précédents ou identiques effectués chez un partenaire de l'industrie nucléaire. En se concentrant sur les tâches les plus exposées aux doses et en utilisant efficacement les retours d'expérience disponibles, le choix et la planification des tâches seront ciblés et dirigés.

La préparation des tâches

La réussite de la tâche dépend fortement de la qualité de sa préparation, qui comprend toutes les activités réalisées avant et pendant la tâche pour préparer le site et l'équipe qui y participe. Un grand travail préparatoire doit être effectué avant l'arrêt et doit

refléter la nature pluridisciplinaire du travail devant être réalisé. Tous les efforts de préparation et de soutien de la tâche, ainsi que l'environnement de travail, sont essentiels si la radioprotection et les conditions de travail doivent être optimisées. Il est indispensable d'optimiser le lieu de travail d'un point de vue du rayonnement du terme source, de la réduction de l'exposition et de l'amélioration de l'efficacité du travail. Il est essentiel de comprendre le terme source radioactif pour choisir les techniques de réduction du débit de dose les plus appropriées comme la décontamination et le bouclier/blindage. Les outils et équipements permettant d'éviter l'exposition, comme la robotique ou les améliorations de l'environnement de travail sont également efficaces. Ces techniques étant sans cesse développées et améliorées, il est important de choisir celles qui sont le plus performantes en toute circonstance.

La mise en œuvre des tâches

La phase de mise en œuvre des tâches correspond à la réalisation proprement dite du travail ainsi qu'aux actions effectuées à ce moment-là, qui affectent ou facilitent ce travail. Au cours de leur mise en œuvre, il est essentiel de garantir un contrôle efficace de la radioprotection sur le lieu de réalisation de la tâche. Il existe plusieurs domaines sur lesquels la gestion du travail peut effectivement contribuer à diminuer la dose, le temps et les coûts. Ceux-ci comprennent les aspects organisationnels, comme la présence de personnel de radioprotection, ainsi que des procédures spécifiques et des aspects techniques comme la surveillance à distance ou les systèmes de contrôle

d'accès. Des contrôles efficaces du processus de travail aideront à garantir que les objectifs définis lors de la phase de planification des tâches sont atteints, que les mesures de radioprotection professionnelle envisagées ont été correctement appliquées et que toute action corrective nécessaire est identifiée et mise en place. La réduction des doses inutiles sera facilitée en apportant au personnel suffisamment d'informations sur la tâche à réaliser, la centrale et les rayonnements. Enfin, une collecte efficace des retours d'expérience soutiendra la gestion du travail en temps réel et favorisera la préparation des prochaines tâches.

L'évaluation des tâches et le retour d'expérience

La philosophie de gestion du travail peut être perçue comme une boucle fermée qui passe par le calendrier, la planification, la mise en œuvre, l'évaluation, le suivi grâce aux leçons tirées et qui se répète pour les prochaines tâches à réaliser, optimisant ainsi progressivement le cycle de travail, en y intégrant les développements technologiques actuels. L'évaluation et le suivi de la tâche comptent parmi les étapes les plus importantes de l'évolution des tâches. Normalement, le suivi conduira directement à la mise en place de la prochaine tâche envisagée. Les leçons tirées, qui sont à la fois des bonnes pratiques et des points à améliorer, doivent être rassemblées avec diligence et échangées au sein de l'équipe de travail mais également avec les collègues, que ce soit au niveau de la centrale, au niveau de l'industrie ou à un niveau international. Dans une approche générique, deux niveaux d'information peuvent être nécessaires pour apporter un retour d'expérience exhaustif sur la mise en œuvre de la tâche : un niveau « interne », qui comprend l'analyse des performances en interne, et un niveau « externe », qui fournira des données aux niveaux national et/ou international, données qui favoriseront l'échange de nouvelles idées et qui permettront à la centrale d'évaluer sa situation par rapport aux autres centrales de même type. Différentes sources d'informations peuvent être disponibles pour l'évaluation de la dose au cours d'une tâche, comme la base de données du système de surveillance des expositions aux rayonnements dans la centrale ou le programme d'actions correctives, et les bases de données aux niveaux entreprise, secteur industriel et international des pratiques ALARA. Enfin, la mise en œuvre de la gestion des tâches doit être audité régulièrement pour s'assurer que le processus fonctionne correctement.

La garantie d'une amélioration constante

Processus itératif, la gestion du travail se projette également de l'avant, cherchant sans cesse à s'améliorer pour garantir et maintenir un niveau élevé de radioprotection. Les améliorations visent donc

à intégrer, par l'échange d'informations et d'expérience, les leçons tirées et les avancées technologiques actuelles pour documenter non seulement les tâches à venir, mais également à plus long terme, les nouveaux concepts, les nouvelles constructions et les nouvelles activités pour garantir l'optimisation de la radioprotection professionnelle. Outre l'échange d'expérience par les programmes comme ISOE, il existe un large éventail de technologies dans différents domaines impliqués dans la réduction de l'exposition. On peut citer les technologies qui visent la réduction du terme source, la décontamination et la mécanisation, l'automatisation et la surveillance à distance. Les technologies de radioprotection et les améliorations apportées à l'efficacité du travail ont été largement mises en œuvre dans l'industrie nucléaire. En revanche, leur développement continu puis leurs applications doivent être envisagés à la lumière des questions de radioprotection qui vont devenir importantes, comme la réduction de l'exposition dans les centrales conçues ou construites récemment, les travaux de modification à grande échelle prévus du fait du vieillissement des réacteurs nucléaires ou du prolongement de leur durée de vie, et du démantèlement des réacteurs.

Cette expérience pratique et pluridisciplinaire de la gestion du travail basée sur les leçons tirées de nombreuses années d'exploitation de centrales nucléaires, associée aux approches en cours de développement ou futures, sont des éléments importants dans l'optimisation de la radioprotection professionnelle pour garantir une amélioration continue face aux défis et opportunités actuels et à venir.

Consultation du rapport

Le rapport ISOE sur *La gestion du travail pour optimiser la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires* sera accessible au téléchargement, ainsi que les autres rapports ISOE, dans la rubrique publique du site d'ISOE www.isoe-network.net (voir ALARA Library/ISOE Reports). Le rapport est actuellement disponible en anglais. Les traductions dans d'autres langues seront mises en ligne sur le site d'ISOE dès qu'elles seront disponibles. ■

Estimation des coûts du démantèlement : panorama des pratiques actuelles

par P. O'Sullivan et C. Pescatore*

Il est de pratique courante aujourd'hui d'établir des plans de démantèlement, avec estimations des coûts, pour toutes les installations nucléaires. Les exigences spécifiques sont généralement fixées par la réglementation qui se fonde elle-même sur la législation nationale. Ces estimations des coûts sont importantes pour s'assurer que des fonds suffisants sont collectés pour couvrir les coûts réels du démantèlement. La très longue période nécessaire tant pour constituer que pour déboursier ces fonds est un motif particulier de préoccupation pour les autorités nationales. D'où l'importance de conserver dans le temps une évaluation réaliste des charges en question et de vérifier l'adéquation des provisions constituées afin de les déboursier le moment venu.

Nombreuses sont les organisations qui, à des fins diverses et pour des applications différentes, ont effectué et publié des estimations des coûts du démantèlement. Les résultats varient souvent du fait de discordances entre les hypothèses de base, comme le choix de la stratégie de démantèlement (immédiat ou différé), l'existence de solutions de gestion des déchets, l'état final supposé de l'installation, la définition détaillée des éléments de coûts, les incertitudes techniques, les événements imprévus, l'évolution de la réglementation et des prescriptions à respecter. Beaucoup de ces différences semblent inévitables puisque pour parvenir à une fiabilité et une précision raisonnables, les estimations doivent avoir été faites au cas par cas, en fonction d'un site particulier. De plus, malgré tous les efforts que l'on pourra fournir pour obtenir des estimations fiables, des événements imprévus peuvent les fausser. Il importe donc de savoir comment traiter les incertitudes et ensuite de gérer le risque en provisionnant des fonds suffisants.

En mars 2008, un questionnaire a été communiqué aux organisations participant au Groupe d'estimation des coûts du démantèlement (DCEG). Des informations concernant les obligations légales et les responsabilités des principaux acteurs chargés de l'établissement et du contrôle des estimations de coûts, les principaux éléments de coûts, avec

les conditions aux limites correspondantes ; les méthodologies d'estimation des coûts et l'expérience acquise dans ce domaine. Douze pays ont rempli le questionnaire et participé à l'analyse : l'Allemagne, la Belgique, le Canada, l'Espagne, les États-Unis, la France, l'Italie, le Japon, les Pays-Bas, la République slovaque, le Royaume-Uni et la Suède. Le rapport final¹ sur l'étude sera publié sous peu. En voici les principales conclusions.

Situation des estimations des coûts du démantèlement

On inclut généralement dans le démantèlement, les opérations de décontamination, de dépose et de démantèlement de la centrale et des bâtiments abandonnés, l'entreposage ou le stockage du combustible usé, la gestion, le transport et le stockage définitif ou l'entreposage de longue durée des déchets. Certains pays, cependant, n'intègrent pas dans les estimations de coûts le stockage du combustible usé et des déchets historiques, ni le stockage ou l'entreposage de longue durée des déchets.

La plupart des pays ont défini des exigences concernant les estimations des coûts et leur présentation. Au nombre des obligations légales actuelles figurent le fait de devoir préparer un plan de démantèlement, avec les estimations des coûts correspondants, et d'actualiser régulièrement ces documents – en général tous les trois à cinq ans.

Les exigences nationales peuvent être des obligations administratives ou de fond. Les obligations administratives procèdent généralement des décrets réglementaires ou des recommandations correspondantes. Les obligations de fond concernent généralement le fait de devoir expliquer et justifier les hypothèses et le cadrage des estimations des coûts.

* MM. Patrick O'Sullivan (patrick.osullivan@oecd.org) et Claudio Pescatore (claudio.pescatore@oecd.org) sont respectivement administrateur et administrateur principal à la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN.

Cela inclut par exemple l'année de l'estimation, les critères pour définir l'état final, les critères de libération du site, le stockage des déchets historiques, celui du combustible usé, les activités de transition, la caractérisation, le transport, les colis et châteaux de transport des déchets, les choix de stockage, le stockage des déchets de haute et faible activité, les ferrailles et matériaux récupérés, les techniques de télémanipulation ainsi que la gestion du projet. Certaines obligations de fond imposent de calculer les coûts hors intérêts intercalaires et de prévoir des moyens d'intégrer la hausse des coûts.

Les parties prenantes ont en général un droit de regard sur les estimations des coûts ; toutefois le propriétaire de l'installation n'est pas d'ordinaire tenu de réviser ses estimations en fonction des commentaires reçus.

L'estimation des coûts du démantèlement d'une installation s'effectue nécessairement en fonction de la stratégie de démantèlement et de l'état final adoptés comme hypothèses de départ. Sachant que le démantèlement actif intervient parfois plusieurs années (voire des décennies si les autorisations d'exploitation relèvent de régimes antérieurs) après l'estimation, l'incertitude concernant ces paramètres est grande.

L'autorité de sûreté nucléaire joue un rôle important dans l'approbation des stratégies de démantèlement, le format des estimations de coûts et les financements. La plupart des autorités n'imposent pas une présentation particulière, sauf aux États-Unis où la *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) a publié des études de référence à titre de recommandation.

Certains pays, comme le Canada et les États-Unis, exigent une analyse coûts-avantages ou l'équivalent, afin d'évaluer les différentes technologies et techniques de démantèlement.

Les degrés de libération et de dégagement des sites ont un impact majeur sur les coûts. L'état final visé, à savoir le retour à l'état d'origine (c'est-à-dire à des conditions préindustrielles) ou la réutilisation du site à des fins industrielles (soumise à certaines limitations), affecte fortement le coût total. Ces termes méritent toutefois d'être définis en détail car il n'y a pas d'interprétation universelle.

Depuis peu, et notamment dans un contexte où la construction de centrales nucléaires est envisagée dans plusieurs pays, on observe une augmentation de la valeur stratégique des sites nucléaires antérieurs. En favorisant le démantèlement anticipé d'installations désaffectées et une hausse de la valeur commerciale des sites, cette tendance pourrait entraîner une baisse globale des coûts.

La plupart des pays ont adopté une structure formelle du fait d'obligations réglementaires ou des préférences des propriétaires d'installations.

En général, des estimations détaillées sont proposées, surtout pour les centrales en exploitation. Il est courant d'utiliser un organigramme des tâches, établi suivant le format de la liste normalisée du « Livre jaune »² ou un format national équivalent.

Les méthodes de calcul varient selon les pays. Certains États imposent des types d'estimation qu'ils attendent des exploitants, tandis que d'autres leur laissent le choix de la méthode. Au Canada et au Royaume-Uni, l'usage de modèles de planification sur tout le cycle de vie prévaut avec des scénarios pessimistes pour circonscrire les coûts. Certains pays, comme les États-Unis, détaillent la façon dont les coûts doivent être présentés, tandis que d'autres (comme la France) ne définissent que les grandes catégories de coûts accordant à l'exploitant davantage de liberté pour structurer ces estimations.

Le contrôle qualité est un moyen important de validation des estimations. En France, par exemple, le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) vérifie les estimations deux fois par an et compare les coûts calculés aux données d'expérience. Aux États-Unis, la NRC contrôle l'exactitude des estimations et exige de documenter intégralement la façon dont les coûts ont été calculés.

Bon nombre de pays ont adopté, pour leurs estimations, la classification en coûts liés à l'activité et coûts liés au temps. Les coûts liés au temps peuvent ensuite être classés suivant les périodes concernées afin de réduire les incertitudes globales. Plusieurs pays ont choisi d'appliquer cette méthode en affectant des provisions pour risques différentes suivant les phases du projet.

Les provisions pour risques se rapportent aux éléments de coût imprévisibles inhérents au projet tel qu'il a été défini. Les incertitudes concernent les éléments de coût imprévisibles extérieurs au projet (fluctuations des taux de change, inflation au-delà de la norme de 5 % ou modification de la réglementation, par exemple). Dans certains pays, les provisions pour risques sont précisément définies : ainsi, en Belgique et en Espagne, on applique des marges de 15 %. Au Canada, ce pourcentage varie selon la précision de l'estimation : 10 % pour la classe A, 15-20 % pour la classe B et 30 % pour la classe C. La République Slovaque et la Suède ont opté pour des fourchettes de 20 à 25 % et 6 à 20 %, respectivement, et les États-Unis pour une valeur avoisinant 25 %.

Obtenir des estimations de coûts robustes, dans le cadre des incertitudes à long terme, peut se faire grâce au mécanisme de financement ou en incorporant des marges d'imprévus dans l'estimation des coûts.

Le Royaume-Uni et la Suède recourent plus souvent aux études de risques fondées notamment sur des calculs de Monte Carlo qui consistent à calculer

un éventail d'estimations de coûts et à les répartir simplement, puis à procéder à de multiples itérations pour calculer la répartition en proportion des charges. Le Canada exige que ces estimations tiennent compte de la hausse des coûts tandis que l'Allemagne l'exclut expressément. La France a mis en place une procédure qui permet de réduire les incertitudes dans le temps à mesure que les estimations des coûts se précisent.

Déterminants des coûts

Le retour d'expérience sur les projets de démantèlement mis en œuvre conduit à l'identification des éléments de coût les plus significatifs ainsi qu'à leur classement :

1. Définition de l'étendue et modifications du plan du projet.
2. Changements de la réglementation et augmentation du volume et du niveau de détail des informations exigées.
3. État final et enlèvement des déchets.
4. Caractérisation du site visant à faire l'inventaire des matières physiques, radiologiques et de substances toxiques.
5. Entreposage des déchets et existence d'installation de stockage final.
6. Évacuation du combustible nucléaire usé et entreposage sur site avant transfert dans un stockage définitif.
7. Utilisation des structures nettoyées et disponibilité du site pour de nouveaux usages.
8. Application des provisions pour risques et utilisation de celles-ci dans les estimations pour tenir compte d'événements incertains.
9. Existence de personnel expérimenté connaissant l'installation concernée.
10. Durée supposée des activités de démantèlement et d'assainissement.

Des considérations importantes afin d'assurer la précision et la stabilité des estimations de coûts comprennent la stabilité du périmètre du projet (stratégie de démantèlement et état final), et des normes réglementaires au cours de la phase de planification du projet de démantèlement afin d'éviter les retards lors du démantèlement actif et de procéder à une caractérisation précise des matériaux et des sols.

Considérations générales

Il n'existe pas de méthode d'évaluation uniformément applicable à toutes les étapes d'un projet de démantèlement. Il sera donc éventuellement nécessaire de varier les méthodes au fur et à mesure de l'avancement du projet. Ces méthodes doivent être actualisées en permanence à l'aide de données de coûts tirées de projets de démantèlement réels permettant ainsi d'améliorer l'évaluation des coûts, de mieux maîtriser les incertitudes et aléas correspondant à chaque grande catégorie de coûts et de

faciliter la préparation d'un échéancier annualisé de dépenses pour chaque installation.

À l'avenir, la gestion des risques pourrait bénéficier d'une approche fondée sur des calculs déterministes (cas de référence) intégrés ensuite à une évaluation probabiliste des coûts futurs. De telles méthodes permettraient de mieux appréhender les coûts potentiels et les exigences des programmes.

Par ailleurs, il faudrait prêter très tôt attention aux facteurs socioéconomiques, y compris aux conséquences des pertes d'emploi, si l'on veut pouvoir gagner le public à la cause du projet de démantèlement. Rencontrer les parties prenantes à un stade précoce pourrait s'avérer utile pour obtenir un accord sur le cadrage du projet, la stratégie à adopter, les critères de libération et les protocoles de mesure ainsi que le type de conteneur utilisé pour les déchets.

Étant donné les répercussions très importantes que peuvent avoir des modifications ou l'élargissement du périmètre du projet, il importe d'identifier et de contrôler immédiatement ces changements et de les intégrer le plus vite possible dans l'estimation, si l'on veut que cette dernière reste utilisable pour des comparaisons.

La caractérisation est jugée importante pour la précision des estimations de coûts, puisqu'elle affecte l'inventaire des systèmes et structures, la décontamination et l'évacuation des déchets. Plusieurs pays étudient les possibilités de réduire le volume des déchets pour limiter les coûts.

Il faudrait envisager la mise au point de systèmes de gestion améliorés du démantèlement permettant de s'adapter aux dernières évolutions, de tenir compte de la qualité, de l'exhaustivité et de la sécurité des données, sans nuire à la souplesse du traitement des données et des calculs des coûts. Pour en améliorer l'efficacité et la convivialité, il est nécessaire de développer des échanges réguliers entre les concepteurs et utilisateurs de ces systèmes.

Parmi les bonnes pratiques actuelles, on retiendra également l'emploi de listes normalisées d'activités, la mise en place d'un programme sérieux d'assurance qualité, la création d'un groupe restreint chargé du démantèlement lors de la phase de planification du démantèlement ainsi que l'implication des autorités de sûreté et des parties prenantes à l'élaboration des plans de démantèlement.

Références

1. AEN (à paraître), *Cost Estimation for Decommissioning: An International Overview of Cost Elements, Estimation, Practices and Reporting*, Requirements, OCDE/AEN, Paris.
2. AEN (1999), *A Proposed Standardised List of Items for Costing Purposes in the Decommissioning of Nuclear Installations: Interim Technical Document*, OCDE/AEN, Paris.

Associer les parties prenantes à un partenariat pour la gestion des déchets radioactifs

par C. Pescatore et A. Vari*

La sélection des sites pour les installations de gestion des déchets radioactifs (GDR) retient beaucoup l'attention des maîtres d'ouvrage, des organismes gouvernementaux, des communautés locales et du grand public. Les processus de sélection des sites de ces installations ont eu tendance généralement à être entravés par des litiges, des différends et des retards. En réaction, des efforts ont été déployés pour passer d'un modèle traditionnel de « décision, annonce, justification », à un autre axé sur « l'implication, l'interaction et la coopération ». L'aspect essentiel de la nouvelle démarche est la coopération ou le partenariat entre le maître d'ouvrage et les communautés concernées, impliquant un dialogue entre experts et citoyens, un apprentissage mutuel et une participation du public au processus de prise de décision. Les ministères et les autorités nationales ont aussi été appelés à jouer, et jouent effectivement, un rôle plus en vue. L'intensité et le degré de partenariat peuvent varier d'un pays à un autre et selon les différentes phases de réalisation du projet.

Les études du FSC

Dans la première phase de ses travaux, le Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC) a établi une synthèse de l'expérience acquise par les pays membres dans son rapport intitulé *Comprendre les attentes de la société dans la gestion des déchets radioactifs et s'y adapter*¹. Les formules de partenariat adoptées en Belgique, au Canada et en Finlande ont été citées en exemple de la façon de contribuer à l'équilibre entre les exigences d'une représentation équitable et d'une participation éclairée. Le partenariat présentait d'autres avantages, à savoir : parvenir à la combinaison d'un site et d'un concept de gestion autorisables bénéficiant du soutien de la communauté d'accueil, la réalisation d'un bon équilibre entre l'indemnisation, un contrôle de proximité et les opportunités de

développement. Ces observations demeurent valables aujourd'hui. Depuis ce rapport, des dispositions en vue d'un certain type de démarche de partenariat ont été intégrées à la stratégie de GDR dans la plupart des pays membres de l'AEN. De telles façons d'aborder la prise de décision, reposant en particulier sur une notion d'appropriation commune des données du problème et de sa solution, sont de plus en plus appliquées avec succès dans le monde entier, y compris en dehors du domaine de la gestion des déchets radioactifs.

Il existe une grande variété de modalités de partenariat fondées sur les traditions juridiques, institutionnelles, politiques et culturelles à l'intérieur de chaque pays, sur les caractéristiques socioéconomiques des communautés concernées et sur les spécificités des programmes nationaux de GDR en cause. Le FSC procède à la diffusion d'une étude² détaillant la manière dont la formule du partenariat a été ou est mise en œuvre dans treize pays, à savoir : la Belgique, le Canada, la Corée, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Hongrie, le Japon, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse. Le fait que, dans cette étude, les programmes de gestion des déchets analysés se situent à des stades très différents et que, dans chaque cas, l'expérience effectivement acquise lors de leur mise en œuvre

* M. Claudio Pescatore (claudio.pescatore@oecd.org) est Administrateur principal dans la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN et Secrétaire technique du FSC ; Professeure Anna Vari (anna.vari@socio.mta.hu) est Responsable des recherches à l'Institut de sociologie de l'Académie des sciences hongroise et professeur au Département de l'économie de l'environnement à l'Université des sciences techniques et économiques de Budapest.

correspond aux mesures participatives au stade de la conception de la procédure de choix du site d'implantation ou aux premières étapes de l'implantation des installations, est particulièrement intéressant.

Conférer plus de pouvoir aux communautés locales

La composition des organismes de partenariat et les tâches qu'il leur incombe d'exécuter peuvent aussi beaucoup varier. Les formes d'organisation (groupes de travail, panels, etc. permanents ou temporaires) de même que les résultats ou réalisation de la collaboration avec les communautés concernées (plans de conception et recommandations adressées à une autorité élue ou administrative, par exemple) peuvent varier, allant d'accords juridiquement contraignants à des arrangements moins formels. Ils mettent tous néanmoins en évidence une détermination à agir en faveur d'une plus grande influence des communautés dans les décisions qui affectent leur avenir. D'ordinaire, les formules de partenariat habilite les communautés locales :

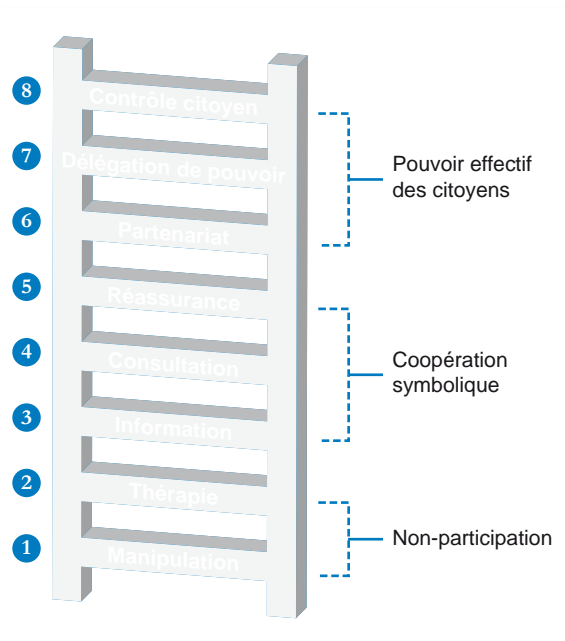
- à consulter des experts de leur choix et à acquérir leurs propres connaissances spécialisées de la gestion des déchets radioactifs ;
- à formuler des recommandations dûment fondées aux autorités locales, régionales et nationales ;
- à influencer sur les travaux du maître d'ouvrage en vue d'élaborer son concept de gestion des déchets ;
- à émettre des suggestions constructives visant des éléments tels que des caractéristiques de conception de l'installation et l'infrastructure ;
- à élaborer des plans visant des enveloppes d'avantages au profit de leur communauté à court et à long terme pour des raisons tant sociales qu'économiques ;
- à recueillir, assimiler et diffuser des informations sur les répercussions de l'aménagement d'une installation dans leur zone ;
- à se tenir au courant des recherches exécutées par le maître d'ouvrage, ses consultants, les régulateurs et d'autres organismes ;
- à assurer le suivi du comportement des divers intervenants et à vérifier leur authenticité.

Les avantages accordés à la communauté constituent une mesure nécessaire pour lui conférer davantage d'influence. Plusieurs types différents et complémentaires d'avantages se rencontrent dans les accords de partenariat. Le financement de l'engagement de la communauté est un élément intrinsèque de la formule du partenariat. Le groupe de citoyens concernés doit recruter (ou congédier) lui-même ses propres assistants de secrétariat ou auxiliaires techniques ou des experts (chercheurs, conseillers

juridiques, etc.) et couvrir les dépenses de fonctionnement. Le financement de l'engagement est conçu pour permettre aux communautés concernées de participer utilement aux processus de collaboration. Les avantages sociaux et économiques supplémentaires tiennent compte des éventuelles incidences et des opportunités qui résultent des installations de GDR. Ils assurent des ressources financières permettant de soutenir le développement à court terme et/ou la qualité de vie à long terme dans la commune. Ces avantages mettent en évidence la reconnaissance du fait que la commune offre de son plein gré un service essentiel au pays.

Deux mesures de soutien permettent en règle générale à la communauté d'avoir un choix plus large. Avec le volontariat, l'organe politique d'une communauté exprime l'intérêt de cette dernière pour une participation à un processus visant à déterminer si un site, sur son territoire, se prête à la gestion des déchets radioactifs. La manifestation d'un tel intérêt peut venir en réponse à une invitation de l'organisme de gestion des déchets ou du gouvernement, ou il peut s'agir d'une proposition spontanée. Avec le droit de veto, la communauté a la possibilité, pendant une certaine période, de retirer son offre de l'examen. Dans quelques pays, le droit de veto est garanti par la loi, dans d'autres, il est accordé sur la base d'un accord informel entre les parties en cause. En raison du concept de stockage définitif, du nombre limité de sites appropriés, ou des conditions légales et politiques, les possibilités de mettre en œuvre le volontariat ou le droit de veto peuvent être limitées dans certains pays.

Figure 1: Les huit échelons de l'échelle de participation des citoyens d'Arnstein



En dix ans : passage d'une coopération symbolique à une véritable participation

En vue d'analyser l'évolution de l'engagement des parties prenantes au cours de la décennie écoulée, il est instructif de comparer les contributions nationales à l'étude en cours à celles dont il a été rendu compte dans une enquête analogue³ dans les pays de l'OCDE qui a été exécutée au cours de la période 1999-2002. L'« échelle de participation des citoyens » proposée et élaborée par Arnstein⁴ en 1969 offre un cadre approprié pour comparer des approches ou pour étudier l'évolution de la participation du public (Figure 1).

Les échelons du bas de l'échelle sont définis comme étant la ① « Manipulation » et la ② « Thérapie ». Ces deux échelons décrivent des niveaux de « non-participation », le véritable objectif n'étant que de permettre aux décideurs d'« éduquer » ou de « traiter » le public.

Les échelons ③ et ④ (« Information » et « Consultation ») relèvent le niveau de participation pour le porter à celui de la « coopération symbolique », qui permet au public d'être à l'écoute et de se faire entendre. Dans ces conditions, cependant, les citoyens sont encore dénués du pouvoir de faire en sorte que leurs opinions soient prises en considération. L'échelon ⑤, celui de la « Réassurance », est un niveau plus élevé de « coopération symbolique », dans lequel les citoyens sont autorisés à donner des conseils mais sans aucune garantie que leurs idées auront une influence sur les décisions. Plus haut dans l'échelle, on trouve des niveaux de participation des citoyens s'accompagnant de degrés croissant de pouvoir de décision.

Les citoyens peuvent conclure un « Partenariat » (échelon ⑥) qui leur permet d'entamer des négociations avec des décideurs. Aux niveaux les plus élevés de participation des citoyens, on trouve la « Délégation de pouvoir » (échelon ⑦) et le « Contrôle citoyen » (échelon ⑧) qui se rapportent à des situations dans lesquelles les citoyens ont une part majoritaire dans la décision voire un plein pouvoir exécutif.

Si l'on se réfère à l'échelle d'Arnstein, on peut observer que le thème central du partenariat, qui ressort des réponses à l'enquête de 2008-09, se situe deux échelons plus haut sur l'échelle de participation que le thème central de l'information et de la consultation dans l'enquête de 1999-2002, et il représente un bond important avec passage de la coopération symbolique à une véritable participation. À ce niveau du partenariat, le pouvoir est redistribué par l'intermédiaire de la négociation entre citoyens et décideurs. Ils conviennent de partager les compétences en matière de planification et de prise de décision par l'entremise de structures telles que des conseils d'orientation, des comités et des

mécanismes de planification communs, afin de sortir des impasses.

Observations générales

D'importantes modifications sont survenues dans la participation de la population à la gestion des déchets radioactifs au cours de la décennie écoulée. Ces modifications peuvent se résumer comme suit :

- passage de l'information et de la consultation au partenariat, autrement dit d'une participation symbolique à une influence et un pouvoir des citoyens ;
- passage d'un rôle passif à un rôle actif des communautés locales : d'une acceptation résignée à la collaboration, au volontariat et au droit de veto ;
- mise en place d'une grande variété de formules administratives pour la collaboration ;
- reconnaissance de la nécessité et de la légitimité des mesures visant à conférer de l'influence à la communauté, et des avantages socioéconomiques ;
- apparition de nouveaux idéaux et de nouvelles bases de collaboration, s'agissant notamment d'un apprentissage mutuel, d'éléments de valeur ajoutée pour la communauté/région d'accueil et d'un développement durable.

Le fait d'associer des intervenants locaux à la conception de l'installation et à la définition des avantages pour la communauté est susceptible de déboucher sur des solutions qui apporteront de la valeur ajoutée à la communauté et à la région d'accueil. Dans tous les cas, le capital social est accru car les membres de la communauté acquièrent de nouvelles compétences et accroissent leur connaissance des intérêts et des idéaux de leur communauté. Les maîtres d'ouvrage et d'autres intervenants institutionnels se perfectionnent également en tant que partenaires coopératifs dans la gouvernance des déchets radioactifs et que voisins responsables soucieux du bien-être de la communauté. ■

Références

- AEN (2004), *Comprendre les attentes de la société dans la gestion des déchets radioactifs et s'y adapter - Enseignements principaux et expériences du Forum sur la confiance des parties prenantes*, OCDE/AEN, Paris, www.nea.fr/html/rwm/reports/2006/nea5297-societe.pdf.
1. AEN (à paraître), *Etablissement de partenariats pour la gestion à long terme des déchets radioactifs - Évolution et pratique actuelle dans treize pays*, OCDE/AEN, Paris.
 2. AEN (2003), *Informers, consulter et impliquer le public dans la gestion des déchets radioactifs*, OCDE/AEN, Paris.
 3. Arnstein, Sh. R. (1969), « A Ladder of Citizen Participation », JAIP, Vol. 35, N° 4, pp. 216-224. Voir aussi : <http://lithgow-schmidt.dk/sherry-arnstein/ladder-of-citizen-participation.html>.

Le Programme MDEP : consolidation et expansion

par L. Burkhardt*

Le Programme multinational d'évaluation des conceptions (MDEP) poursuit ses efforts pour faciliter, de façon sûre et efficace, l'octroi d'autorisations et la surveillance des nouveaux réacteurs nucléaires dans le monde. Le MDEP résulte d'une initiative internationale des autorités de sûreté de dix pays pour travailler en coopération sur les examens de sûreté portant sur les nouvelles conceptions de réacteurs, pour favoriser l'harmonisation des pratiques réglementaires et pour trouver les moyens d'y parvenir. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) participe également aux efforts du MDEP. Depuis le dernier article paru sur ce sujet dans *AEN Infos*, la structure du MDEP a évolué pour permettre de relever les défis liés aux procédures d'autorisations des nouveaux réacteurs, mais son objectif reste le même : axer davantage les examens réglementaires de conception sur la sûreté et s'appuyer sur les ressources réglementaires pour assurer la sûreté d'exploitation des réacteurs de demain.

Le MDEP s'est développé dans un contexte mondial qui connaît un intérêt nouveau et croissant pour la conception et la construction de centrales nucléaires. Depuis plusieurs années, des centrales sont en construction dans plusieurs pays du MDEP, comme la Chine, la Corée, le Japon et la Russie. Deux nouveaux réacteurs à eau pressurisée (EPR) européens sont en cours de construction en Finlande et en France, et les gouvernements sont fortement engagés dans les examens de conception de nouveaux réacteurs au Canada, aux États-Unis, au Royaume-Uni et dans d'autres pays du MDEP. Les ressources limitées des autorités de sûreté font que le travail du MDEP se focalise sur les questions les plus importantes liées à la sûreté. S'appuyer sur les ressources de chacun reste l'un des avantages du travail collectif effectué dans le cadre du MDEP.

Partant d'un programme en trois étapes, il y a quelques années, le travail du MDEP s'est renforcé en un programme global qui s'attache aux examens de conception immédiats des réacteurs en construction et en cours d'autorisation dans plusieurs pays du MDEP, à la convergence des codes et normes électriques et mécaniques applicables et à la coordi-

nation des inspections chez le fabricant. Régi par le Comité stratégique composé de hauts fonctionnaires des autorités de sûreté de dix pays du MDEP, le travail est mis en œuvre par le Comité de direction technique du MDEP qui conseille et dirige à son tour les cinq groupes de travail. Ces groupes de travail sont répartis en deux groupes consacrés à la conception, l'un sur l'EPR d'Areva et l'autre sur l'AP1000 de Westinghouse, et trois groupes consacrés à des sujets spécifiques : aux codes et normes mécaniques applicables, au contrôle-commande numérique, et aux efforts de coopération pour les inspections chez les constructeurs. Les deux premiers groupes de travail se concentraient sur l'échange d'informations entre les autorités de sûreté du MDEP et l'avancement des examens de sûreté des deux conceptions proposées. Les trois derniers groupes se concentrent sur la convergence et l'harmonisation éventuelles des pratiques réglementaires.

Le Comité stratégique, présidé par M. André-Claude Lacoste, Président de l'Autorité de sûreté nucléaire française (ASN), se réunit tous les ans pour débattre des résultats et des prochaines orientations du MDEP, adapter et communiquer les axes de décision pour s'assurer que le programme atteint ses objectifs. Lors de sa réunion annuelle en mars 2009, le Comité stratégique a approuvé l'extension du MDEP, passant d'un projet de deux ans à un programme pluriannuel qui fournira des résultats intermédiaires très importants sur les questions liées aux nouveaux réacteurs. Un autre aspect important du Comité stratégique consiste à rendre plus d'informations accessibles aux autres parties prenantes et notamment aux autorités de sûreté non membres du MDEP. La réussite de la Conférence du MDEP sur les activités de conception des nouveaux réacteurs, organisée les 10 et 11 septembre 2009 au Centre de conférences de l'OCDE par l'AEN, Secrétariat technique du MDEP, fut un événement clé dans l'application de cette directive. Elle a réuni plus de 170 participants provenant de 23 pays et de 11 organisations internationales.

* M. Larry Burkhardt (lawrence.burkhardt@oecd.org) est chef de projet pour le Programme multinational d'évaluation des conceptions à l'AEN.

Le Comité de direction technique est présidé par M. Gary Holahan du Bureau de réglementation des nouveaux réacteurs nucléaires de la Commission de régulation nucléaire américaine (NRC) et composé de membres issus des autorités de sûreté de tous les pays membres du MDEP ayant la responsabilité de délivrer les autorisations pour les nouveaux réacteurs. Ce groupe conseille et dirige les groupes de travail et consulte le Comité stratégique sur les questions importantes. Le Comité de direction technique se réunit trois fois par an, en général à Paris, pour faire le point sur l'avancement de chaque groupe de travail et débattre des questions traitées par le MDEP. Comme stipulé dans le mandat du MDEP, l'un de ses principaux objectifs est de faciliter la procédure d'autorisation des réacteurs de Génération IV le moment venu. Dans ce but, le Comité stratégique et le Comité de direction technique assurent un suivi à long terme des efforts du MDEP tout en équilibrant les besoins pour obtenir des résultats immédiats de la coopération dans les groupes de travail consacrés à la conception.

Les groupes de travail relatifs à un concept particulier de centrale sont à la fois le plus ancien et le plus récent groupe de travail du MDEP. Le Groupe de travail sur l'EPR existe depuis au moins trois ans, sous différentes formes. Confronté à la construction et/ou l'autorisation de l'EPR au Canada, en Chine, aux États-Unis, en Finlande (Présidente du groupe), en France (Co-présidente du groupe) et au Royaume-Uni, ces autorités réglementaires travaillent en coopération pour débattre des différentes conceptions et coordonner leurs examens de sûreté et leurs résultats. Le Groupe de travail sur l'EPR se réunit deux fois par an et intègre les efforts de coopération sur des sujets spécifiques tels que le contrôle-commande numérique, les études probabilistes de sûreté, les accidents graves, les accidents transitoires, la radioprotection, la prise en compte du facteur humain et la protection incendie. Le Groupe de travail sur l'AP1000 est composé des autorités de sûreté concernées par les examens de conception de ce réacteur, comme le Canada, la Chine (Co-présidente du groupe), les États-Unis (Président du groupe) et le Royaume-Uni. L'AP1000 est en construction en Chine et soumis aux examens de conception poussés dans les quatre pays. Le Groupe de travail sur l'AP1000 vient de se réunir pour la deuxième fois en septembre 2009 après sa première réunion en Chine en février 2009. Les sujets spécifiques de coopération concernent l'examen des grandes vannes pyrotechniques utilisées pour déclencher le circuit passif de refroidissement de secours du cœur, du génie civil et de l'examen structurel des bâtiments de protection et des mécanismes de commande des grappes.

Les groupes de travail consacrés aux sujets spécifiques doivent étudier les similitudes et les différences entre les pratiques réglementaires et tenter de comprendre comment la conformité aux exigences d'un pays peuvent correspondre ou non à celles d'un

autre pays. Un des objectifs évident du MDEP est de trouver des moyens pour harmoniser enfin ces exigences. Par exemple, au sein du Groupe de travail sur les codes et les normes, les autorités de sûreté du MDEP travaillent avec les différents organismes de développement des normes mécaniques pour étudier pourquoi et comment les codes diffèrent d'un pays membre du MDEP à l'autre. Ce travail de comparaison des normes américaines, coréennes, françaises et japonaises est pratiquement terminé et commencera bientôt pour le Canada et la Russie. Lorsque ces différences et similitudes seront identifiées, d'éventuels moyens seront envisagés et mis en œuvre pour encourager l'harmonisation.

Le Groupe de travail sur le contrôle-commande numérique entreprend des efforts similaires. Ce groupe consulte les organismes nationaux et internationaux de développement des normes électriques, comme l'IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) et la Commission électrotechnique internationale pour trouver des voies possibles d'harmonisation.

Le Groupe de travail sur la coopération en matière d'inspection coordonne les inspections parmi les pays du MDEP qui sont intéressés. Dans ce domaine, une autorité de sûreté mène une inspection chez un fabricant et invite les autorités de sûreté des autres pays du MDEP, comme témoin, pour se familiariser plus aisément aux procédures, méthodes et documentations d'inspection des autres pays. Environ huit de ces inspections avec témoins ont déjà été réalisées et de nombreuses autres sont programmées. Ce travail aidera à mieux comprendre comment un pays peut utiliser les résultats de l'inspection réalisée dans un autre pays. Il est prévu que ces inspections des cuves de réacteur puissent s'étendre également aux autres composants comme les tuyauteries, les pompes et les vannes de classe 1 ASME.

Les résultats des activités de ces groupes de travail sont communiqués au Comité de direction technique et au Comité stratégique. Le rapport annuel du MDEP est publié et accessible au public sur les pages MDEP du site de l'AEN (www.nea.fr/mdep). Le Comité stratégique déploie ses efforts pour augmenter la quantité d'informations accessibles aux autres parties prenantes, et notamment aux autorités de sûreté non membres du MDEP. Comme précisé ci-dessus, la conférence du MDEP sur les activités de conception des nouveaux réacteurs en septembre 2009 a représenté une étape clé dans la mise à disposition de plus d'informations du MDEP aux parties prenantes. Le Président du Comité stratégique a proposé d'organiser une conférence de suivi dans deux ans environ. Suite au succès de cette conférence et avec l'accord du Comité stratégique pour faire du MDEP un programme à long terme, nous sommes convaincus que le MDEP continuera à se démarquer dans le domaine de la réglementation des nouveaux réacteurs et ce, jusqu'aux examens des réacteurs de Génération IV. ■

Un cadre législatif pour la sûreté des installations nucléaires dans l'Union européenne

par S. Kuş et S. Emmerechts*

Pour la première fois depuis la création de la Communauté européenne en 1957, et après deux tentatives infructueuses, le Conseil de l'Union européenne a adopté le 25 juin 2009 des prescriptions contraignantes à l'échelle européenne en matière de sûreté nucléaire.¹

L'objectif de la « Directive du Conseil établissant un cadre communautaire pour la sûreté des installations nucléaires » (« la Directive ») est de maintenir et de promouvoir l'amélioration constante de la sûreté nucléaire et d'assurer le plus haut niveau de sûreté sur le territoire des États membres de l'UE pour protéger les travailleurs et le grand public contre les risques liés aux installations nucléaires. La Directive s'appuie sur les Fondements de sûreté de l'AIEA et la Convention sur la sûreté nucléaire.

Les 27 États membres de l'Union européenne sont tenus de mettre en vigueur les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la Directive d'ici au 22 juillet 2011.

Contexte

En 2003, la Commission européenne a soumis le « paquet nucléaire » contenant des règles européennes harmonisées en matière de sûreté des installations nucléaires et de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.² La proposition était très ambitieuse, comprenant des vérifications auprès des autorités de sûreté nationales par la Commission européenne, le développement de normes de sûreté spécifiques à l'UE, des règles strictes relatives aux ressources financières affectées au déclassement des installations nucléaires et à l'indépendance des autorités de sûreté nationales.

La meilleure harmonisation des exigences de sûreté des installations nucléaires comme prérequis

du développement à venir de l'énergie nucléaire, notamment en vue du prochain élargissement de la Communauté, était l'un des arguments principaux de la Commission pour justifier son initiative.³ La Commission a également avancé l'argument⁴ selon lequel l'énergie nucléaire doit rester une option du bouquet énergétique de demain afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre visées par le Protocole de Kyoto.⁵

L'initiative s'est heurtée à une forte opposition et à de nombreuses critiques de plusieurs États membres qui ont conduit la Commission à présenter des propositions législatives révisées en septembre 2004.⁶ Cependant, les États membres sont restés très divisés au sein du Conseil, soutenant ou s'opposant fermement à l'initiative de la Commission. Les détracteurs s'appuyaient principalement sur le manque de compétences légales de la Communauté européenne en matière de sûreté nucléaire, sur le manque de substance des propositions législatives et sur l'absence de valeur ajoutée apportée à la coopération internationale déjà existante au niveau de l'AIEA, de l'OCDE/AEN et d'autres organismes tels que l'Association des responsables des autorités de sûreté nucléaire d'Europe de l'Ouest (WENRA).

Par conséquent, et plutôt que de débattre des propositions, le Conseil a adopté une nouvelle procédure en 2004 et créé un groupe de travail ad hoc afin de lancer un large processus de consultation regroupant des experts des États membres, en vue de faciliter le choix des instruments législatifs efficaces en matière de sûreté des installations nucléaires et de gestion du combustible usé et des déchets

* Mme Selma Kuş (selma.kus@oecd.org) et M. Sam Emmerechts (sam.emmerechts@oecd.org) sont conseillers juridiques dans la Section des affaires juridiques de l'AEN.

radioactifs. Cependant, les discussions approfondies et les rapports émis en 2005 et 2006 n'ont pas permis d'atteindre un consensus sur l'adoption des propositions législatives.

En 2007, le Conseil a ouvert la voie à la création du Groupe européen de haut niveau sur la sûreté nucléaire et la gestion des déchets⁷ [renommé par la suite Groupe des régulateurs européens dans le domaine de la sûreté nucléaire (ENSREG)], groupe officiel et indépendant d'experts composé de hauts fonctionnaires issus des autorités de réglementation nationales ou de sûreté nucléaire des 27 États membres pour conseiller et soutenir la Commission dans le développement progressif d'une entente commune et finalement de nouvelles règles européennes sur la sûreté des installations nucléaires et la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs. Les débats et les compromis atteints au sein du Groupe de haut niveau ont contribué à l'adoption de la Directive du 25 juin 2009.⁸

Dispositions principales

La Directive vise un éventail d'installations nucléaires plus large que celles concernées par la Convention sur la sûreté nucléaire.⁹ Elle s'applique à toute installation nucléaire civile, à savoir :

- a) une usine d'enrichissement, une usine de fabrication de combustible nucléaire, une centrale électronucléaire, une installation de traitement, un réacteur de recherche, une installation d'entreposage de combustible usé ; et
- b) des installations d'entreposage de déchets radioactifs qui sont sur le même site et qui sont directement liées aux installations nucléaires énumérées au point a).

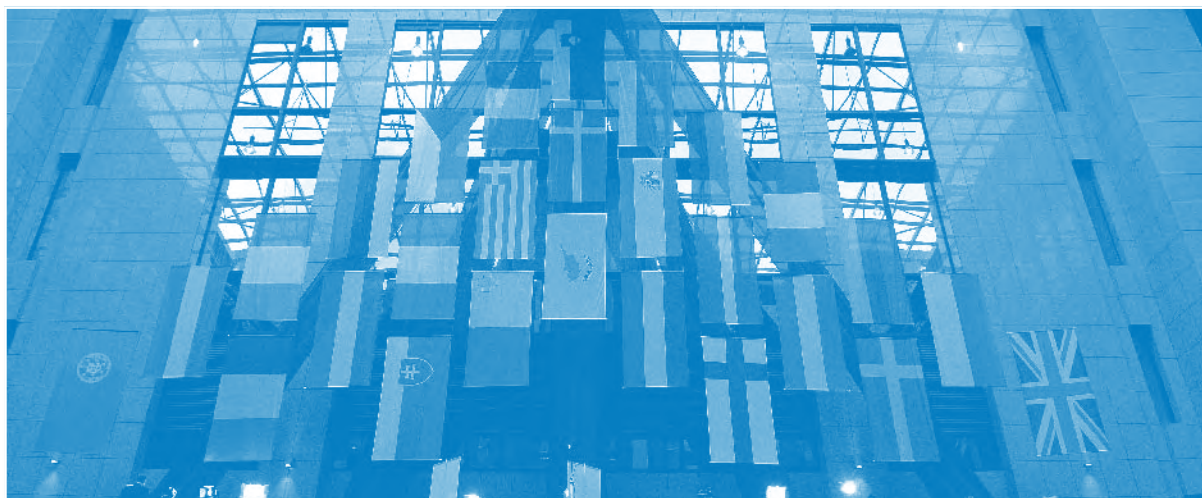
Le champ d'application de la Directive s'étend à un cadre temporel plus large que celui de la Convention sur la sûreté nucléaire, et couvre également la

phase de déclassement des installations nucléaires.¹⁰ Autre différence intéressante : la Convention sur la sûreté nucléaire ne donne pas de définition de la sûreté nucléaire, alors que la Directive tente de la définir comme « la réalisation de conditions d'exploitation adéquates, la prévention des accidents et l'atténuation des conséquences des accidents, permettant de protéger la population et les travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants émis par les installations nucléaires. »¹¹

Les États membres doivent établir et maintenir un cadre national législatif, réglementaire et organisationnel qui établit les responsabilités pour l'adoption des prescriptions nationales en matière de sûreté nucléaire, la mise en place d'un système d'octroi d'autorisations et d'interdiction d'exploitation des installations nucléaires sans autorisation, la fourniture d'un système de supervision de la sûreté nucléaire, les mesures coercitives, y compris la suspension de l'exploitation et la modification ou la révocation d'une autorisation.¹²

La Directive inclut en outre une exigence bien connue et comprise dans de nombreux instruments internationaux dans le domaine de la sûreté nucléaire, à savoir que les États membres instituent et maintiennent une autorité de réglementation compétente, « séparée sur le plan fonctionnel de tout autre organisme ou organisation s'occupant de la promotion ou de l'utilisation de l'énergie nucléaire, y compris la production d'électricité, afin de garantir son indépendance effective de toute influence induite dans sa prise de décision réglementaire. »¹³

Il est également obligatoire, en vertu du droit international coutumier en matière nucléaire, que l'autorité de réglementation compétente possède les compétences juridiques, ainsi que les ressources humaines et financières nécessaires pour remplir ses obligations en lien avec le cadre national. Est en revanche sans précédent l'obligation similaire



Le 25 juin 2009, le Conseil de l'Union européenne a adopté des prescriptions contraignantes à l'échelle européenne en matière de sûreté nucléaire.

imposée aux titulaires d'autorisation.¹⁴ Au niveau de l'Union européenne et de par son caractère supranational, ces deux obligations peuvent avoir des conséquences beaucoup plus importantes qu'à n'importe quel autre niveau intergouvernemental. D'autres dispositions concernent la responsabilité première du titulaire d'autorisation, les évaluations régulières de la sûreté et la transparence.

Concernant les dispositions en matière de procédure, la Directive oblige les États membres à rendre compte à la Commission de la mise en œuvre de la Directive pour la première fois le 22 juillet 2014, puis tous les trois ans, dans le cadre des conférences d'examen et rapports de la Convention sur la sûreté nucléaire. La Commission doit présenter un rapport au Conseil et au Parlement européen sur la base de ces rapports.

Application

La Directive est sans aucun doute un jalon du processus d'élaboration des lois régionales et internationales en matière de droit nucléaire, moins du fait de son contenu qu'en raison de la nature supranationale du droit européen et des compétences des institutions de l'UE.

Les États membres se sont longtemps opposés à la Directive en raison des compétences qu'elle délègue à la Commission européenne, et plus encore, à la Cour de justice des communautés européennes. La Commission, en tant que gardienne des traités et des mesures prises par les institutions, garantit l'application correcte de la législation communautaire par les États membres. Elle peut ordonner des procédures d'infraction si elle n'est pas satisfaite de la mise en œuvre de la Directive par un État membre et porter le dossier devant la Cour de justice des communautés européennes. Cette dernière prendra ainsi la décision finale par exemple sur la mise en œuvre des exigences de sûreté nucléaire, l'indépendance d'un organisme de réglementation, l'adéquation des ressources humaines et financières, etc. La Cour peut en dernier recours imposer à l'État membre qui a manqué à l'une de ses obligations, le règlement d'une somme forfaitaire ou de pénalités.¹⁵ De cette manière, la Directive peut créer un effet juridique beaucoup plus important que la Convention sur la sûreté nucléaire, qui est considérée comme une convention « incitative » sans véritables moyens coercitifs.

Perspectives

Bien que la Directive ait fait face aux critiques concernant ses dispositions « assouplies », elle a en théorie force de loi du point de vue de sa mise en œuvre et de son application. Il reste à voir avec quelle rigueur la Commission contrôlera les méthodes de mise en œuvre de la Directive, et notamment ses dispositions plutôt vagues qui comptent également

parmi les questions les plus controversées dans le domaine du droit international nucléaire, comme l'indépendance de l'organisme de réglementation de toute influence indue.

Comme la Directive le précise dans son préambule, les États membres de l'Union européenne ont déjà mis en œuvre des mesures leur permettant de respecter un haut niveau de sûreté nucléaire au sein de la Communauté. Euratom et ses États membres ont coopéré au niveau international, soumis leur autorité de sûreté et leurs réglementations nationales au mécanisme international d'examen par les pairs et contribué à améliorer la sûreté nucléaire dans le monde. La Directive constitue un aspect majeur dans la réalisation d'un cadre légal commun et d'une culture de sûreté nucléaire en Europe, qui pourrait servir de modèle à d'autres régions pour transposer, dans des cadres juridiques contraignants, des normes de sûreté acceptées au niveau international. ■

Références

1. Directive 2009/71/Euratom du Conseil établissant un cadre communautaire pour la sûreté des installations nucléaires. La Directive s'appuie sur les articles 31 et 32 du traité Euratom, relatifs à la santé et la sûreté.
2. Document COM(2003) 32 final de la Commission.
3. Au 4 novembre 2009, 145 centrales étaient en exploitation dans 15 États membres de l'Union européenne.
4. Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen, Programme indicatif nucléaire, COM(2006) 844 final.
5. Amendement à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, ouvert à la signature à partir du 11 décembre 1997 et entré en vigueur le 16 février 2005.
6. Document COM(2004) 526 final de la Commission. Une Directive est un instrument législatif par lequel l'Union européenne demande à ses membres d'atteindre un objectif donné sans dicter les moyens d'y parvenir.
7. Décision de la Commission 2007/530/Euratom du 17 juillet 2007.
8. La Commission poursuit ses efforts pour promulguer un instrument législatif pour la gestion du combustible usé et les déchets radioactifs. Le préambule de la Directive cite au paragraphe 12 : « Bien que la présente Directive porte essentiellement sur la sûreté nucléaire des installations nucléaires, il est également important d'assurer la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, y compris les installations d'entreposage et dans les installations servant au stockage définitif. »
9. La Convention sur la sûreté nucléaire se limite en fait aux centrales nucléaires civiles en exploitation et aux installations de traitement/entreposage sur le même site, et directement liées à leur exploitation.
10. La Convention sur la sûreté nucléaire est généralement considérée comme applicable jusqu'à ce que l'autorité de sûreté convienne d'un programme de déclassement.
11. Article 3(2) de la Directive.
12. Article 4 de la Directive.
13. Article 5(1)(2) de la Directive.
14. Articles 5(3) et 6(5) de la Directive.
15. Article 143 du Traité Euratom.

Nouvelles brèves

La contribution de l'AEN aux problèmes d'approvisionnement en isotopes médicaux

par C. Westmacott et R. Vance*

L'utilisation des radio-isotopes médicaux est une composante vitale des pratiques médicales modernes. Les techniques de diagnostic par imagerie nucléaire en sont l'une des utilisations principales. Ces techniques sont efficaces et non-invasives, permettant d'identifier des affections courantes comme les cardiopathies ou le cancer à un stade précoce, de suivre la progression de la maladie et de faire des prévisions sur les chances de succès d'une thérapie. Ces informations permettent une gestion précise et pertinente des pathologies et peuvent grandement aider à la prise de décision médicale telle qu'une intervention chirurgicale. Chaque année et à l'échelle mondiale, on estime que 46 millions de personnes bénéficient de ces examens de médecine nucléaire.

Cependant, au cours des dernières années, des pénuries d'approvisionnement en Molybdène-99 (Mo-99) et son produit de désintégration, le Technétium-99m (Tc-99m), le radio-isotope le plus largement utilisé en médecine, se sont fait sentir en de nombreuses occasions. Ces isotopes se désintègrent en quelques jours. Ils doivent donc être produits continuellement pour répondre à la demande. Plus récemment, l'arrêt prolongé et inattendu du réacteur de recherche canadien (qui assure environ 35 % de la production mondiale en Mo-99) a renforcé les inquiétudes quant à la fiabilité de l'approvisionnement de ces radio-isotopes médicaux. Actuellement, cinq réacteurs âgés de 42 à 52 ans fournissent plus de 95 % de la production mondiale en Mo-99 et sont confrontés à la difficulté d'assurer un approvisionnement constant auprès de la communauté sanitaire. Des perturbations intervenues dans la

chaîne d'approvisionnement ont entraîné l'interruption d'examen médicaux vitaux pour des millions de patients dans le monde.

Les 29 et 30 janvier 2009, un atelier sur la Sécurité de l'approvisionnement en radio-isotopes médicaux s'est tenu dans les locaux de l'AEN à la demande du gouvernement du Canada. Cet atelier rassemblait un groupe d'experts internationaux afin d'identifier les défis que pose un approvisionnement fiable en Mo-99 et en Tc-99m et les mesures à prendre pour garantir cette fiabilité.

Les participants à l'atelier ont débattu de problèmes très variés : la gestion des capacités existantes et l'optimisation de ces capacités en période de pénurie, la validité économique du modèle actuel de production d'isotopes, la flexibilité et l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement, les exigences réglementaires et la gestion de la demande. Ils ont identifié le besoin de développer, d'approfondir et de partager, selon le cas, les plans de secours lors de prochaines perturbations d'approvisionnement. Ils se sont également concentrés sur le long terme et sur le besoin d'impliquer les autorités de santé pour réduire les incertitudes autour de la demande à long terme et les moyens d'encourager plus d'investissements dans la production et des capacités d'appoint accrues.

* M. Chad Westmacott (chad.westmacott@oecd.org) et M. Robert Vance (robert.vance@oecd.org) travaillent dans la Division du développement de l'énergie nucléaire de l'AEN.



Le réacteur de recherche NRU qui assure environ 35 % de la production mondiale de Mo-99.

Lors de l'atelier, la mise en place d'un groupe de travail pour exécuter les conclusions de l'atelier et identifier les mesures pratiques à appliquer a reçu un soutien unanime. Ce groupe de travail, le Groupe de haut niveau pour la sécurité de l'approvisionnement en radio-isotopes médicaux (HLG-MR), a été créé par l'AEN suite à l'aval du Comité de direction pour l'énergie nucléaire ; il se compose de 19 experts de 11 pays, de l'Agence internationale de l'énergie atomique et de la Commission européenne. Le groupe supervisera et assistera si nécessaire les efforts de la communauté internationale pour faire face aux problèmes de fiabilité d'approvisionnement en isotopes médicaux.

Le Groupe HLG-MR a commencé à travailler en vue de l'amélioration de la fiabilité d'approvisionnement, convenant de s'assurer en premier lieu que les informations relatives à la demande et à l'approvisionnement sont disponibles et partagées par toutes les parties prenantes, puis que l'offre disponible est utilisée de manière aussi efficace que possible. Il s'attachera ensuite à évaluer les options d'accroissement de la production à court, moyen et long terme. Dans le cadre de l'examen des choix de production à long terme, le soutien au développement des infrastructures utilisant de l'uranium faiblement enrichi sera sérieusement envisagé.

Un problème majeur a été soulevé lors des discussions du groupe HLG-MR et par d'autres initiatives : la possibilité d'une défaillance du marché dans la chaîne d'approvisionnement en amont, qui fait que la production de Mo-99 n'est pas tenable

économiquement pour les réacteurs actuels et que la structure économique existante n'encourage pas suffisamment le développement d'autres réacteurs pour augmenter la production de Mo-99. Par conséquent, l'AEN a lancé une étude économique concernant la chaîne d'approvisionnement en amont du Mo-99 et du Tc-99m. Cette étude vise à développer une base factuelle solide pour vérifier l'existence d'une telle défaillance du marché dans la chaîne d'approvisionnement. Si tel est le cas, l'étude fera des recommandations sur la façon de traiter cette défaillance en vue de créer un environnement qui encourage des investissements suffisants dans la production de radio-isotopes médicaux et les infrastructures correspondantes. Ces recommandations pourraient également être axées sur un équilibre entre les coûts et les bénéfices de l'approvisionnement en Mo-99 et sur une meilleure répartition des responsabilités financières entre parties publiques et privées.

L'AEN et le groupe HLG-MR reconnaissent que d'autres groupes de discussion travaillent sur la fiabilité de l'approvisionnement en isotopes médicaux et ils s'attachent à ne pas dupliquer leurs efforts. En s'impliquant sur ce sujet, l'objectif de l'AEN vise à apporter une valeur ajoutée aux travaux en cours et à soutenir les pays membres. Réunir la communauté internationale pour discuter, partager, apprendre et appliquer l'expertise de l'AEN sur les questions nucléaires et les études économiques représentent une importante contribution à l'effort mondial en cours. ■

L'énergie nucléaire dans les pays membres de l'AEN

Situation au 31 décembre 2008

À la fin de 2008, la puissance nucléaire installée totale correspondant au parc actuel de 345 réacteurs connectés au réseau dans les pays membres s'élevait à 309,3 gigawatts électriques (GWe). À ce parc s'ajoutaient 15 réacteurs totalisant 15,9 GWe en construction, et 23 réacteurs

totalisant 28,4 GWe faisant l'objet de commandes fermes. Ce sont quelques-unes des statistiques publiées dans la dernière édition des *Données sur l'énergie nucléaire*, qui propose également des rapports nationaux succints sur les tendances et les enjeux actuels.

Puissance nucléaire installée (en GWe nets) et pourcentage de la puissance totale (a)

Pays	2008		2010		2020		2030	
	Nucléaire	%	Nucléaire	%	Nucléaire	%	Nucléaire	%
Allemagne	20,4 (b)	13,8	20,4	13,6 - 13,2	3,5	2,3 - 2,1	0,0	0,0 - 0,0
Belgique (c)	5,8 (b)	34,9	5,8 - 5,9	35,2 - 33,7	4,0 - 5,9	20,0 - 23,6	N/A	N/A
Canada	12,7	10,9	11,4 - 14,3	9,6 - N/A	11,4 - 15,3	8,7 - N/A	N/A	N/A
Corée	17,7	24,8	18,7	24,6	31,5	31,5	N/A	N/A
Espagne	7,5	8,3	7,6	8,5	7,6	6,0	N/A	N/A
États-Unis	100,3 (b)	9,9	101,2	9,7	105,1 - 113,8	9,7 - 10,5	74,3 - 132,2	6,1 - 10,8
Finlande	2,7	21,4	2,7	19,3	4,3	25,3 - 24,0	3,8	22,0 - 20,4
France	63,3	53,8	63,1	52,1 - 51,7	64,6 - 66,4	N/A	N/A	N/A
Hongrie	1,9 (b)	23,8	1,9	23,4 - 21,3	1,9	21,5 - 20,1	1,9	21,0 - 18,0
Japon (e, f)	47,5 *	19,9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Mexique	1,4	2,4	1,4 - 1,6	N/A - 2,6	N/A - 1,6	N/A	N/A - 1,6	N/A
Pays-Bas	0,5	2,6	0,5	2,3 - 2,2	0,5	N/A	0,5	N/A
République slovaque	1,7	24,2	1,6 - 1,8	24,2 - 22,2	2,5 - 3,9	31,3 - 36,3	3,4 - 4,1	33,0 - 35,3
République tchèque	3,6	20,3	3,6 - 3,8	21,2 - 21,1	3,8 - 4,9	21,7 - 26,9	6,0 - 6,2	30,8 - 30,2
Royaume-Uni (d)	10,1	12,6	10,5	11,9 - 11,8	4,4 - 5,8	5,0 - 6,5	N/A	N/A
Suède	9,0 *	26,3	10,1 - N/A	N/A	10,1 - N/A	N/A	10,1 - N/A	N/A
Suisse	3,2	18,7	3,2 - N/A	18,7 - N/A	3,2 - N/A	17,7 - N/A	3,9 - N/A	20,7 - N/A
Total/moyenne	309,3	12,9	-	-	-	-	-	-

(a) Y compris l'électricité produite par les autoproducteurs sauf indication contraire.

(b) Données provisoires.

(c) Selon la loi, les centrales nucléaires belges doivent être mises hors service après 40 ans de fonctionnement, excepté en cas de force majeure décidée par les autorités belges. Les chiffres les plus élevés tiennent compte de cette force majeure.

(d) Excluant l'électricité produite par des autoproducteurs.

(e) Pour l'exercice financier.

(f) Données brutes converties en chiffres nets par le Secrétariat.

* Estimation du Secrétariat.

N/A Non disponible.

État du parc électronucléaire et puissance (en GWe nets)

Pays	Raccordées au réseau		En construction		En commande ferme*		Projet de mise hors service**	
	Tranches	Puissance	Tranches	Puissance	Tranches	Puissance	Tranches	Puissance
Allemagne	17	20,4	-	-	-	-	6	6,1
Belgique	7	5,8	-	-	-	-	-	-
Canada	20 (a)	12,7	-	-	-	-	-	-
Corée	20	17,7	6 (g)	6,8	2	2,8	-	-
Espagne	8	7,5	-	-	-	-	-	-
États-Unis	104	100,3	1 (b)	1,2	9	11,0	-	-
Finlande	4	2,7	1	1,6	-	-	-	-
France	59	63,3	1	1,6	1	1,6	1	0,1
Hongrie	4	1,9	-	-	-	-	-	-
Japon (e)	55	47,5	4 (f)	3,8	11	13,0	1	0,4
Mexique	2	1,4	-	-	-	-	-	-
Pays-Bas	1	0,5	-	-	-	-	-	-
République slovaque	4	1,7 (c)	2 (d)	0,9	-	-	-	-
République tchèque	6	3,6	-	-	-	-	-	-
Royaume-Uni	19	10,1	-	-	-	-	4	1,4
Suède	10	9,0	-	-	-	-	-	-
Suisse	5	3,2	-	-	-	-	-	-
Total	345	309,3	15	15,9	23	28,4	12	8,0

(a) Dont trois tranches qui sont actuellement en réfection (Point Lepreau et Bruce A 1 et 2).

(b) La construction de la tranche 2 de Watts Bar a repris.

(c) La tranche 2 de la centrale de Bohunice a été mise hors service le 31 décembre 2008.

(d) La construction des tranches 3 et 4 de la centrale de Mochovce a repris.

(e) Données brutes converties en chiffres nets par le Secrétariat.

(f) Comprend une centrale approuvée par le gouvernement mais où le béton n'est pas encore coulé, ainsi que les travaux en cours pour le redémarrage du réacteur surgénérateur rapide de Monju.

(g) Dont une centrale approuvée par le gouvernement, mais où le béton n'est pas encore coulé.

* Centrales pour lesquelles des sites ont été retenus et des contrats obtenus.

** La mise hors service de ces centrales est prévue d'ici à la fin de 2013.

Nouvelles publications

Aspects économiques et techniques du cycle du combustible nucléaire

Données sur l'énergie nucléaire 2009/Nuclear Energy Data 2009

ISBN 978-92-64-04772-3. 120 pages. Prix : € 35, US\$ 47, £ 29, ¥ 4 300.

Cette nouvelle édition des *Données sur l'énergie nucléaire* de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, une compilation annuelle de statistiques essentielles sur l'énergie nucléaire, décrit les projets de construction de centrales nucléaires et les développements dans le cycle du combustible et présente des projections de la puissance nucléaire installée dans les pays membres de l'OCDE jusqu'en 2035. Ce panorama complet de la situation actuelle et des tendances qui se dessinent dans divers secteurs du cycle du combustible nucléaire constitue l'ouvrage de référence pour les décideurs, les spécialistes et les chercheurs qui travaillent dans ce domaine.

The Financing of Nuclear Power Plants (version française à paraître)

ISBN 978-92-64-07921-2. 74 pages. Price: € 30, US\$ 40, £ 25, ¥ 3 700.

Many countries have recognised that greater use of nuclear power could play a valuable role in reducing carbon dioxide emissions. However, given the high capital cost and complexity of nuclear power plants, financing their construction often remains a challenge. This is especially true where such financing is left to the private sector in the context of competitive electricity markets. This study examines the financial risks involved in investing in a new nuclear power plant, how these can be mitigated, and how projects can be structured so that residual risks are taken by those best able to manage them. Given that expansion of nuclear power programmes will require strong and sustained government support, the study highlights the role of governments in facilitating and encouraging investment in new nuclear generating capacity.

Sûreté et réglementation nucléaires

Nuclear Fuel Behaviour in Loss-of-coolant Accident (LOCA) Conditions ^{vo} State-of-the-art Report

ISBN 978-92-64-99091-3. 376 pages. Gratuit : versions papier ou web.

Considerable experimental and analytical work has been performed in recent years which has led to a broader and deeper understanding of phenomena related to loss-of-coolant accidents (LOCAs). Further, new cladding alloys have been produced, which might behave differently than the previously used Zircaloy-4, both under normal operating conditions and during transients. Compared with 20 years ago, fuel burn-up has been significantly increased. These and other factors have led the NEA Committee on the Safety of Nuclear Installations (CSNI) and its Working Group on Fuel Safety to produce this state-of-the-art report. The report should be of particular interest to nuclear safety regulators, nuclear power plant operators and nuclear fuel researchers.

^{vo} = En anglais seulement

Radioprotection

Evolution of the System of Radiological Protection ^{vo}

Discussion of New ICRP Recommendations, 4th Asian Regional Conference, Tokyo, Japan, 13-14 December 2007

ISBN 978-92-64-99088-3. 48 pages. Gratuit : versions papier ou web.

The evolution of the system of radiological protection is of great interest to governments and regulatory authorities, in particular in Asia. In this context, the Japanese government hosted a series of NEA conferences

on this subject. The 4th Asian Regional Conference, held in Tokyo in December 2007, included key discussions of Japanese, Korean, Chinese and Russian views on the new International Commission on Radiological Protection (ICRP) recommendations, and on their interpretation in the international Basic Safety Standards and national regulations. This report summarises the most significant aspects of these discussions, providing keen insight into governmental and regulatory approaches to radiological protection in Asia.

法令にみる環境放射線防護

Version japonaise de *Le droit de la protection radiologique de l'environnement*

ISBN 978-92-64-99098-2. 62 pages. Gratuit : versions papier ou web.

放射線防護における科学的問題と新たな課題

Version japonaise de *Scientific Issues and Emerging Challenges for Radiological Protection Report of the Expert Group on the Implications of Radiological Protection Science*

ISBN 978-92-64-99099-9. 120 pages. Gratuit : versions papier ou web.

Work Management to Optimise Occupational Radiological Protection at Nuclear Power Plants

ISBN 978-92-64-99089-0. 128 pages. Gratuit : versions papier ou web.

Since 1992, the Information System on Occupational Exposure (ISOE) has provided a forum for radiological protection professionals from nuclear power utilities and national regulatory authorities worldwide to discuss, promote and co-ordinate international co-operative undertakings for the radiological protection of workers at nuclear power plants. The ISOE objective is to improve occupational exposure management at nuclear power plants by exchanging relevant information, data and experience on methods to optimise occupational radiological protection. This report on work management provides practical guidance on the application of work management principles as a contribution to the optimisation of occupational radiological protection. It recognises that while work management is no longer a new concept, continued efforts are needed to ensure that good performance, outcomes and trends are maintained in the face of current and future challenges. The focus of this report is therefore on presenting the key aspects of work management that should be considered by management and workers to save time, doses and money, supported by updated practical examples from within the ISOE community. ISOE is jointly sponsored by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (IAEA). ISOE Network: www.isoe-network.net.

Gestion des déchets radioactifs

A Common Objective, a Variety of Paths ^{VO}

Synthesis and Main Lessons: Third International Conference on Geological Repositories, Berne, Switzerland, 15-17 October 2007

ISBN 978-92-64-99100-2. 40 pages. Gratuit : versions papier ou web.

High-level political, governmental and regulatory decision makers, as well as representatives of economic and social groups and implementing organisations met in Berne, Switzerland to present and to reflect on their collective experience towards meeting the challenge of implementing national disposal projects for placing radioactive waste in deep geological formations. This summary highlights the main lessons to be learnt and final recommendations to assist future developments in national radioactive waste management programmes seeking to meet both technical and social imperatives of modern society.

Third International Conference on Geological Repositories, Berne, Switzerland, 15-17 October 2007

ISBN 978-92-64-99101-9. Version web uniquement.

These proceedings include the papers presented at the conference as well as a summary which highlights the main lessons to be learnt and final recommendations to assist future developments in national radioactive waste management programmes seeking to meet both technical and social imperatives of modern society.

Approaches and Challenges for the Use of Geological Information in the Safety Case for Deep Disposal of Radioactive Waste ^{VO}

Third AMIGO Workshop Proceedings, Nancy, France, 15-17 April 2008

ISBN 978-92-64-99090-6. 76 pages. Gratuit : versions papier (avec CD-ROM) ou web.

A cornerstone of national decision making and societal acceptance of deep geological disposal of radioactive waste is confidence that such repositories can protect humans and the environment both now and in the future. The "safety case" is the synthesis of evidence, analyses and arguments that quantify and substantiate a claim that the repository will be safe after closure and beyond the time when active control of the facility is ensured. For deep geological disposal, studies of the geosphere form a principal component of the safety case. Geoscientific information is unique in that it can offer evidence and lines of reasoning that span geological timescales (millennia and even longer). The NEA Approaches and Methods for Integrating Geological Information in the Safety Case (AMIGO) project addresses the collection and integration of geoscientific evidence, analyses and arguments that contribute to an understanding of long-term safety. The third and final AMIGO workshop on "Approaches and Challenges for the Use of Geological Information in the Safety Case" underscored that geoscientific information plays a fundamental role in safety assessments. It is also increasingly used in the wider context of the safety case to provide evidence and arguments for the intrinsically favourable properties of a site, including its long-term stability. No single geoscientific argument "proves" safety, but rather each supports some key element of the safety case and provides enhanced confidence in the safety case. The workshop also considered the links and feedback among the safety case; design, engineering and construction issues; and geoscientific investigations.

Decommissioning of Nuclear Facilities (brochure, version française à paraître)

It can and has been done

8 pages. Gratuit : versions papier ou web.

Considerable international experience gained over the last 20 years demonstrates that nuclear facilities can be safely dismantled and decommissioned once a decision is made to cease operations and permanently shut them down. This brochure looks at decommissioning across a spectrum of nuclear facilities and shows worldwide examples of successful projects.

Expériences internationales des dossiers de sûreté pour les dépôts en formation géologique (INTESC)

Résultats du projet INTESC

ISBN 978-92-64-99104-0. 80 pages. Gratuit : versions papier (avec CD-ROM) ou web.

Un « dossier de sûreté » est la synthèse des preuves, analyses et arguments qui permettent de quantifier et de justifier que le dépôt de déchets radioactifs en formation géologique restera sûr après sa fermeture et après que l'on puisse assurer une surveillance active de l'installation. Le projet de l'AEN sur les *International Experiences in Safety Cases for Geological Repositories* (INTESC) a consisté à analyser les dossiers de sûreté actuels et leurs éléments afin de dresser un bilan des avancées des dix dernières années, d'en dégager les principaux concepts et de préciser les attentes futures des autorités de sûreté concernant le contenu et l'examen des dossiers de sûreté. Ce rapport présente les résultats du projet INTESC. Il tient compte des réponses à une enquête détaillée réalisée auprès des pays membres de l'AEN et intègre les résultats d'un atelier technique.

Le projet a montré que la finalité et le concept même du dossier de sûreté sont généralement bien compris, acceptés et adoptés par les gestionnaires de déchets à travers le monde. Les dossiers de sûreté préparés reprennent la plupart des éléments proposés par l'AEN, même s'il existe quelques différences d'interprétation et de présentation. Des tendances importantes se dessinent comme l'utilisation des fonctions de sûreté et le rôle de la synthèse des connaissances géologiques. À mesure que les dossiers de sûreté seront affinés pour permettre aux programmes d'avancer vers l'étape de la mise en œuvre du dépôt, on pourra également s'attendre à de nouveaux progrès dans l'analyse de certains aspects et l'élaboration d'outils, tels que les programmes d'assurance de la qualité et les systèmes de gestion des spécifications.

Législation nucléaire

Bulletin de droit nucléaire n° 83 (juin 2009)

ISSN 0304-3428. Abonnement annuel (2 numéros) : € 114, US\$ 150, £ 79, ¥ 16 500.

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. Il tient le lecteur informé de la jurisprudence, des décisions administratives, des accords internationaux et des activités réglementaires des organisations internationales, dans le domaine de l'énergie nucléaire. Les principaux articles de ce numéro portent sur « Le renouveau du nucléaire – Un nouveau droit nucléaire ? », « La Directive établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires » ainsi que « L'harmonisation de la responsabilité civile nucléaire au sein de l'Union européenne ».

Sciences nucléaires et Banque de données

Besoins d'installations de recherche et d'expérimentation en sciences et technologies nucléaires

ISBN 978-92-64-99109-5. 180 pages. Gratuit : versions papier ou web.

Les installations expérimentales sont des outils de recherche indispensables au développement des sciences et technologies nucléaires et à l'expérimentation des systèmes et matériaux utilisés actuellement ou qui le seront à l'avenir. Compte tenu des pressions économiques et de la fermeture des installations anciennes, il est à craindre que la capacité à entreprendre les recherches nécessaires au maintien et au développement de la science et de la technologie nucléaires ne soit menacée. Un groupe d'experts de l'AEN comprenant des représentants de dix pays membres, de l'Agence internationale de l'énergie atomique et de la Commission européenne a examiné la situation des installations de recherche et d'expérimentation opérant dans les domaines d'intérêt du Comité des sciences nucléaires de l'AEN, à savoir : la mesure des données nucléaires, le développement des réacteurs, la diffusion de neutrons, la neutronographie, les systèmes hybrides, la transmutation, le combustible nucléaire, les matériaux, la sûreté, la radiochimie, la séparation et l'utilisation de la chaleur des réacteurs nucléaires pour la production d'hydrogène. Ce rapport contient l'évaluation détaillée du groupe d'experts sur la situation actuelle des installations de recherche nucléaire, ainsi que des recommandations sur la façon de garantir le développement de ce secteur grâce à la mise en place d'installations modernes de qualité. Il décrit aussi la base de données en ligne établie par le groupe d'experts, qui recense plus de 700 installations.

Inter-code Comparison Exercise for Criticality Excursion Analysis

Benchmarks Phase I: Pulse Mode Experiments with Uranyl Nitrate Solution Using the TRACY and SILENE Experimental Facilities

ISBN 978-92-64-99073-9. 172 pages. Gratuit : versions papier ou web.

The NEA Working Party on Nuclear Criticality Safety established an Expert Group on Criticality Excursion Analysis in 2001 to explore the performance of various transient codes to evaluate criticality accidents in a fissile solution. Inter-code comparison exercises among four transient codes (AGNES, CRITEX, INCTAC and TRACE) have been carried out with typical transient experiments using uranyl nitrate fuel solution. Two sets of benchmarks were carried out based on experimental programmes performed in the TRACY reactor in Japan, and the SILENE reactor in France. TRACY and SILENE have the same geometrical features: an annular cylinder with a central void tube for a transient rod and similar operational modes for reactivity insertion. The experiments selected are representative benchmarks for low- and high-enriched uranyl nitrate solution, about 10 wt% for TRACY and 93 wt% for the SILENE core. This report provides an analysis of the benchmark results obtained with four different codes. It will be of particular interest to criticality safety practitioners developing transient codes, notably since little experimental data is available and the existing transient codes are presently unavailable to the public.

International Evaluation Co-operation

Evaluated Data Library for the Bulk of Fission Products (Volume 23)

ISBN 978-92-64-99092-0. 44 pages. Gratuit : versions papier ou web.

This publication reports the conclusions from the work undertaken by Subgroup 23 of the NEA Working Party on International Nuclear Data Evaluation Co-operation (WPEC), whose mission was to produce an international library of neutron cross-section evaluations for the most important fission products. These fission products are important in the operation of nuclear reactors because some of them contribute delayed neutrons that are useful for reactor control, whereas others have a very high neutron capture cross-section, thus inhibiting the nuclear reaction. The build-up of the fission product poisons determines the maximum duration a given fuel element can be kept in a reactor.

Mixed-oxide (MOX) Fuel Performance Benchmark (PRIMO)

Summary of the Results for the PRIMO BD8 MOX Rod

ISBN 978-92-64-99085-2. 40 pages. Gratuit : versions papier ou web.

The plutonium produced during the operation of commercial nuclear power plants or that has become available from the dismantlement of nuclear weapons needs to be properly managed. One important contribution to the management process consists in validating the calculation methods and nuclear data used for estimates concerning power systems burning mixed-oxide (MOX) fuel. Another important contribution is the improved modelling of MOX fuel behaviour in such systems. Within the framework of the NEA Expert Group on Reactor-based Plutonium Disposition, a fuel modelling code benchmark test was carried out for MOX fuel, with irradiation data on the BD8 MOX rod of the PRIMO programme provided by SCK•CEN and Belgonucléaire. This report summarises the data provided and the fuel characteristics for the irradiation, and presents the calculation results provided by the contributors.

Nuclear Fuel Cycle Synergies and Regional Scenarios for Europe

ISBN 978-92-64-99086-9. 36 pages. Gratuit : versions papier ou web.

Regional strategies can provide a useful framework for implementing innovative nuclear fuel cycles. The appropriate sharing of efforts and facilities among different countries is necessary in today's context, as is taking into account proliferation concerns and resource optimisation. The preliminary studies examined in this report show that the expected benefits deriving from partitioning and transmutation (P&T), notably the reduction of radio-toxicity and heat load in a shared repository, can bring advantages to all countries of the region concerned, even when different nuclear energy policies are pursued. The studies also demonstrate that regional strategies tend to favour a nuclear "renaissance" in some countries. A regional approach is proposed in order to implement the innovative fuel cycles associated with partitioning and transmutation in Europe. The impact of different deployment strategies and policies in various countries is addressed. Regional facilities' characteristics and potential deployment schedules are also discussed. Further studies should be undertaken to investigate practical issues (fuel transport in particular) and institutional issues which will, without doubt, be very challenging.

The JEFF-3.1/-3.1.1 Radioactive Decay Data and Fission Yields Sub-libraries

JEFF Report 20

ISBN 978-92-64-99087-6. 148 pages. Free: paper or web.

The Joint Evaluated Fission and Fusion (JEFF) Project is a collaborative effort among NEA Data Bank member countries to develop a reference nuclear data library for use in different energy applications. Radioactive decay data forms an integral part of the nuclear data requirements for nuclear applications. In 2005, a completely revised library, JEFF-3.1, was made available. The updated JEFF-3.1.1 Radioactive Decay Data and Fission Yields Sub-libraries were released in 2007. This report describes the development, contents and initial validation of the JEFF-3.1 Radioactive Decay Data and Fission Yields Sub-libraries, including the 2007 update, JEFF-3.1.1, of these sub-libraries.

Où acheter les publications de l'AEN

En Amérique du Nord

OECD Publications
c/o Turpin Distribution
The Bleachery, 143 West Street
New Milford, CT 06776
États-Unis
Tél. : 1 (800) 456 6323
Fax : 1 (860) 350 0039
E-mail : oecdna@turpin-distribution.com

Dans le reste du monde

OECD Publications
c/o Turpin Distribution
Pegasus Drive, Stratton Business Park
Biggleswade, Bedfordshire
SG18 8QB, Royaume-Uni
Tél. : +44 (0) 1767 604960
Fax : +44 (0) 1767 601640
E-mail : oecdrow@turpin-distribution.com

Commande en ligne :
www.oecd.org/bookshop
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

Visitez notre site internet : www.nea.fr



Offre d'emplois

Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire



L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire cherche régulièrement des candidats pour des postes dans les domaines suivants :

Économie de l'énergie
Sûreté nucléaire
Gestion des déchets radioactifs
Radioprotection
Économies de l'énergie nucléaire
Sciences nucléaires
Droit nucléaire
Ingénierie nucléaire
Informatique



Qualifications :

Diplôme universitaire pertinent; expérience professionnelle de trois ans minimum; excellente connaissance de l'une des deux langues officielles de l'Organisation (anglais et français) et aptitude à bien rédiger dans cette langue; bonne connaissance de l'autre langue.

Les postes sont ouverts aux candidats ressortissants des pays membres de l'OCDE. Dans le cadre de sa politique d'égalité des chances, l'OCDE encourage les femmes à faire acte de candidature.

Engagement initial :

Deux ou trois ans.

Traitement annuel de base :

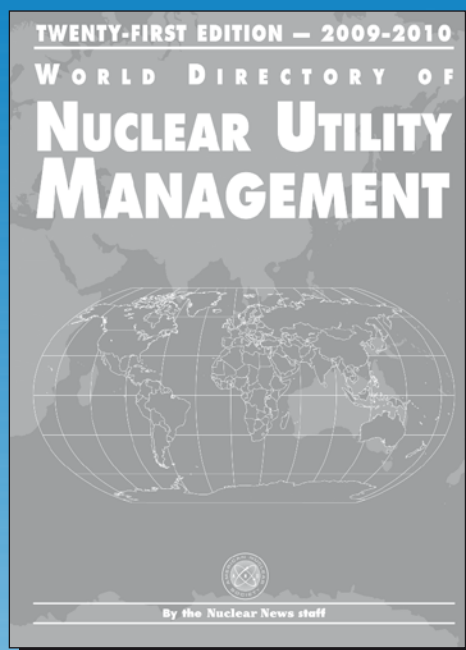
À partir de € 61 813 (Administrateur) et de € 88 635 (Administrateur principal), à quoi s'ajoutent des allocations selon la situation de famille et le lieu de recrutement.

Pour plus d'information concernant les offres d'emplois à l'AEN, consulter :

www.nea.fr/html/general/jobs/index.html

2009/2010

World Directory of Nuclear Utility Management



The twenty-first edition includes:

- *Worldwide plant listings, including operating plants and those under construction*
- *Addresses and more than 3,000 names of key nuclear utility personnel, both corporate and plant management*
- *More than a thousand changes from the 2008 edition*
- *Now available: utility listings on CD-ROM*

To place an order, please mail check to:

**American Nuclear Society,
97781 Eagle Way, Chicago, IL 60678-9770
phone: 708/579-8210 • fax: 708/579-8314
e-mail: scook@ans.org
WEB: www.ans.org/store/vc-hndr**

**American Express, MasterCard,
Visa, and Diners Club accepted**

**\$310 print edition only /
\$850 print edition with CD-ROM**



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