

# AEN Infos

2004 – N° 22.1

## Dans ce numéro :

Tendances concernant les déchets  
issus des centrales nucléaires

L'évolution du rôle des  
gouvernements dans le domaine  
de l'énergie nucléaire

Gestion et réglementation du  
changement organisationnel

Production et demande d'uranium :  
besoin de décisions ponctuelles



Indicateurs directs d'efficacité  
et d'efficience des autorités de  
sûreté

Dépôts en formations  
géologiques : des avancées  
politiques et techniques

L'utilisation réglementaire de  
l'autorisation en radioprotection

Actualités juridiques : Suisse



## Sommaire

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

Secrétariat de rédaction  
AEN Infos, OCDE/AEN  
12, boulevard des Îles  
92130 Issy-les-Moulineaux  
France

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

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a été créée en 1958 sous le nom d'Agence européenne de l'OECE pour l'énergie nucléaire et n'a pris son appellation actuelle qu'en 1972 lorsque sa composition commença à dépasser les frontières de l'Europe. Son but est de promouvoir la coopération internationale dans le domaine de l'énergie nucléaire, notamment du point de vue de la sûreté, de l'environnement, de l'économie, de la législation et des sciences. Elle comprend actuellement 28 pays membres : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, 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 de Corée, 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](http://www.nea.fr)

Comité de rédaction :  
Gail Marcus  
Karen Daifuku  
Cynthia Picot

Production/recherches photographiques :  
Solange Quarmeau  
Annette Meunier

Mise en page/graphiques :  
Annette Meunier  
Andrée Pham Van

Page de couverture : Mine d'uranium de Salamanca (Foro Nuclear, Espagne) ; laboratoire Dounreay (UKAEA) ; traitement de déchets à la Centrale de Bohunice (M. Durisova, République slovaque) ; démantèlement à Greifswald (Energiewerke Nord GmbH, Allemagne) ; ingénieurs (NEI, États-Unis).

### Faits et opinions

- Tendances concernant les déchets  
issus des centrales nucléaires 4
- L'évolution du rôle des gouvernements  
dans le domaine de l'énergie nucléaire 9
- Gestion et réglementation du changement  
organisationnel dans les installations  
nucléaires 12

### Actualités

- Production et demande d'uranium :  
besoin de décisions ponctuelles 16
- Indicateurs directs d'efficacité et  
d'efficience des autorités de sûreté 18
- Dépôts en formations géologiques :  
des avancées politiques et techniques 21
- L'utilisation réglementaire de  
l'autorisation en radioprotection 24

### Nouvelles brèves

- Actualités juridiques : Suisse 28

### Nouvelles publications

29





## L'État et le nucléaire



*Le secteur électrique a vu depuis peu son environnement changer considérablement, quand il n'a pas été, comme dans de nombreux pays de l'OCDE, entièrement restructuré. Certains pays ont ainsi connu la libéralisation du marché de l'électricité, des fusions et acquisitions, la montée en puissance de la société civile, des débats sur la politique énergétique, ainsi que des restructurations et réorganisations des institutions et organes publics. Le secteur nucléaire a aussi été affecté par ces transformations, plus que dans d'autres secteurs, puisque, à l'origine, les installations nucléaires étaient entre les mains de l'État.*

*L'année dernière, l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et ses pays membres se sont intéressés au rôle joué par l'État dans le secteur nucléaire et ont, pour ce faire, entrepris une réflexion et des recherches afin de déterminer la place qui lui revient aujourd'hui dans ce nouvel environnement. Dans cette réflexion sont intervenues des considérations importantes, telles que la sécurité de l'approvisionnement, la sûreté, la gestion des déchets, la recherche et la non prolifération des matières nucléaires ainsi que la sécurité nationale. Peut-on observer un consensus entre pays ayant adopté des politiques économiques et des stratégies nucléaires différentes ? Et ce consensus se maintient-il en dépit des divergences entre politiques de marché et systèmes davantage contrôlés par l'État ?*

*Lors de la session du mois d'avril du Comité de direction de l'AEN, qui a coïncidé avec la publication de l'étude intitulée Gouvernement et énergie nucléaire, nous avons pu engager un débat sur les paramètres jugés indispensables pour préserver la sûreté*



*d'exploitation des centrales nucléaires sur des marchés libéralisés concurrentiels. À l'évidence, l'expérience récente a prouvé que l'on ne peut laisser le seul marché déterminer la politique dans ce domaine. Certes, les pouvoirs publics doivent jongler avec de multiples intérêts, mais c'est à eux qu'il revient de définir la politique énergétique en fonction de tous les facteurs. L'année dernière, plusieurs pays membres de l'AEN ont connu d'importantes pannes ou pénuries d'électricité. On s'est alors interrogé sur le rôle des différents moyens de production et des réseaux de distribution, sur les points forts et les faiblesses de chacun d'eux. On s'est aussi demandé dans bien des pays membres comment garantir la sécurité de l'approvisionnement à longue échéance, sans pour autant compromettre l'environnement et le climat alors que les projections indiquent une poursuite de la croissance de la consommation d'énergie.*

*Le débat n'est pas clos. Pour moi, il est clair pourtant que nous sommes parvenus à un accord sur la plupart des sujets débattus. Suivant les pays, la méthode adoptée pour les résoudre ne sera pas la même. Échanger ses idées a assurément favorisé la formulation de choix rationnels.*

Luis E. Echávarri  
Directeur général de l'AEN

# Tendances concernant les déchets issus des centrales nucléaires

P. Wilmer\*

Dans le contexte des politiques en faveur d'un développement durable, réduire au minimum la quantité de déchets qu'elles produisent est un objectif fondamental pour toutes les industries. Le secteur de l'énergie nucléaire n'est pas le seul à l'origine de matériaux indésirables dont il convient de protéger la société. Beaucoup d'industries et d'activités économiques génèrent des volumes de déchets toxiques beaucoup plus conséquents que les déchets radioactifs résultant du secteur de l'énergie nucléaire. En effet, l'industrie nucléaire s'est attachée avec un soin particulier à contrôler, maîtriser et réduire au minimum ses flux de déchets.

Conscients de leurs responsabilités à l'égard des générations futures, les pouvoirs publics et l'industrie ont mobilisé des moyens importants pour gérer et stocker de façon sûre les déchets radioactifs. Les gouvernements des pays membres de l'AEN ont établi des cadres juridiques et réglementaires cohérents pour la gestion et le stockage sûrs des déchets radioactifs. En outre, les pouvoirs publics appuient des programmes de R&D concernant la caractérisation, le traitement et le stockage des déchets radioactifs. Ils interviennent également dans la conception et la mise en œuvre de processus décisionnels visant l'implantation, l'autorisation et l'exploitation de dépôts de déchets

compatibles avec les principes modernes de gouvernance et les exigences de la société civile du 21<sup>ème</sup> siècle.

En application du principe pollueur-payeur, il incombe à l'industrie nucléaire de gérer les déchets radioactifs résultant de ses activités et de supporter les coûts y afférents. La compétitivité économique, ainsi que les aspects environnementaux et éthiques, ont conduit les exploitants d'installations nucléaires à concevoir et à mettre en œuvre des dispositifs destinés à réduire les volumes et la toxicité des déchets radioactifs résultant de leurs activités, ainsi que les quantités résiduelles nécessitant un stockage. Au fil du temps, les progrès technologiques et les

améliorations intervenues dans la gestion ont contribué à diminuer sensiblement la quantité de déchets résultant et les volumes à stocker par unité d'électricité nucléaire produite.

L'article ci-après porte essentiellement sur les déchets radioactifs résultant de l'exploitation, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires, qui représentent la plus grande partie des déchets imputables à ce secteur d'activité. Il fait un bref historique, dégage les tendances et donne quelques indications sur les perspectives futures de réductions supplémentaires des déchets radioactifs grâce à une gestion plus rationnelle et des avancées technologiques, notamment le déploiement de réacteurs évolutionnaires avancés et, à terme, de systèmes électronucléaires innovants de la quatrième génération.

## Un panorama des déchets radioactifs

Les déchets radioactifs résultant de l'utilisation de l'énergie nucléaire représentent des volumes modestes, le plus souvent nettement inférieurs à 1 % du volume total de déchets toxiques provenant des activités non nucléaires dans les pays ayant un parc nucléaire. Dans l'Union européenne, par exemple, environ 5 000 m<sup>3</sup> de

\* Au moment d'écrire cet article, M. Peter Wilmer était Chef de la Division du développement nucléaire de l'AEN.

déchets radioactifs sont produits chaque année alors que le volume total de déchets industriels toxiques avoisine les 10 millions de m<sup>3</sup>. Les petits volumes de déchets radioactifs sont gérables et il est possible de les isoler de la biosphère à des coûts abordables au moyen des technologies existantes. L'étendue des sites de stockage nécessaires est négligeable en termes géographiques.

S'agissant de la gestion des déchets radioactifs, l'industrie nucléaire a en général choisi de traiter et de conditionner les déchets de façon à assurer leur confinement, leur entreposage et leur stockage sûrs dans des dépôts isolés de l'environnement accessible. D'autres secteurs industriels ont fait des choix différents pour gérer leurs résidus, par exemple leur rejet et leur dispersion dans l'environnement à des niveaux de concentration inférieurs aux seuils autorisés.

En application de cette stratégie de conditionnement et de confinement, certains types de déchets radioactifs sont déjà stockés dans des dépôts aménagés dans quelques pays de l'OCDE. Les sites de stockage déjà en exploitation sont conçus pour recevoir les catégories de déchets les moins problématiques. Le stockage des autres catégories a été étudié et analysé dans le cadre de projets pratiques et concrets. Se fondant sur ces travaux de recherche et ces expériences à l'échelle du laboratoire, les experts sont confiants dans la faisabilité de la gestion et du stockage de tous les types de déchets radioactifs (AEN, 1999). Cependant, en dehors des questions scientifiques et techniques posées par la gestion des déchets radioactifs, il faut aussi prendre en compte les cadres réglementaires et les processus décisionnels qui jouent un rôle fondamental pour emporter l'adhésion de la société civile aux solutions retenues.

Le plus souvent, réduire au minimum les volumes de déchets est un choix judicieux, tant du point de vue technique que sous l'angle de la sûreté ou de l'économie. Des déchets convenablement compactés, capables de résister aux pressions géologiques, apportent la stabilité à l'intérieur d'un site de stockage et occupent un espace réduit. Toutefois, cette logique ne s'applique pas aux matières radioactives qui dégagent de la chaleur car, trop rapprochées, elles peuvent conduire à des températures dépassant le seuil au-delà duquel il est possible de garantir l'intégrité des emballages de déchets. Ces deux aspects sont pris en compte dans les méthodes de gestion des déchets radioactifs actuellement élaborées et mises en œuvre dans les pays de l'OCDE.

### Spécification des déchets radioactifs

En principe, on classe les déchets radioactifs dans un petit nombre de catégories, en fonction de leur concentration en matières radioactives et de la durée pendant laquelle ils demeureront radioactifs. Les rayonnements sont émis par les radionucléides contenus dans les déchets. Ces rayonnements varient dans leur nature et leur énergie, et évoluent au fil du temps. En outre, ils émanent souvent de molécules différentes dont les comportements ne sont pas toujours identiques et auxquelles la vie humaine et l'environnement sont plus ou moins sensibles ; la radiotoxicité est une mesure de cette vulnérabilité.

Créer une classification stable, exhaustive et universelle des déchets radioactifs est une tâche ardue et l'absence de catégories de déchets radioactifs convenues à l'échelon international rend relativement difficile les comparaisons entre pays et l'évaluation des tendances à l'échelle mondiale. Cependant,

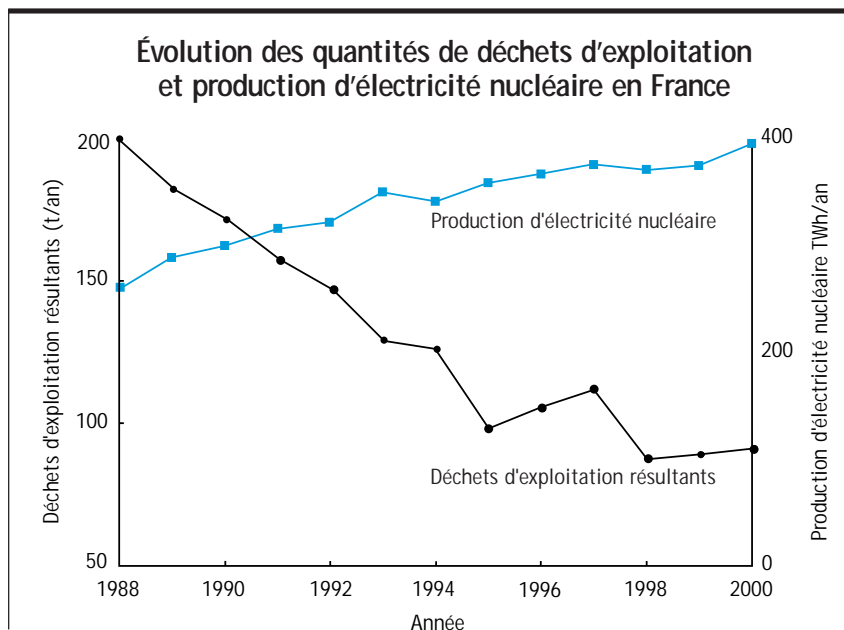
la plupart des pays ont fixé des catégories bien définies dans les cadres juridiques et réglementaires nationaux qui régissent la gestion et le stockage des déchets. En général, la classification adoptée se résume à trois types principaux : déchets de faible activité, déchets de moyenne activité et déchets de haute activité.

Les matières radioactives produites par l'irradiation ou la contamination à l'intérieur des installations nucléaires sont systématiquement associées à des matériaux inactifs, tels que sous forme de composés. La quantité de déchets à gérer et à stocker varie selon que la radioactivité a été séparée des matériaux non radioactifs. Le gestionnaire de déchets doit tenir compte à la fois des matières non actives et de la radioactivité. C'est pourquoi on ajoute souvent des matériaux aux déchets radioactifs bruts dans le cadre du processus de préparation à l'entreposage et au stockage, ce qui augmente les volumes à stocker, mais facilite la manutention et renforce les barrières de sûreté.

### Déchets radioactifs résultant de l'exploitation des centrales

L'exploitation des centrales nucléaires génère des déchets radioactifs, généralement faiblement ou moyennement radioactifs et dégageant peu de chaleur. En raison des coûts du transport et du stockage des déchets d'exploitation, et de la nécessité de respecter les objectifs des politiques de développement durable, les exploitants de centrales nucléaires ont progressivement diminué le volume de ce type de déchets.

Les quantités de déchets d'exploitation ont été réduites de façon spectaculaire grâce à de meilleures pratiques de gestion et à la mise en œuvre de technologies avancées pour le



traitement et l'emballage des déchets. Aux États-Unis, les volumes de déchets faiblement radioactifs à stocker résultant de l'exploitation des installations nucléaires ont chuté notablement entre 1980 et le début des années 1990 malgré l'augmentation du nombre de centrales nucléaires en exploitation. En France, on a observé la même tendance comme en témoigne la figure illustrant l'évolution des quantités de déchets d'exploitation au cours de la dernière décennie.

### Les déchets du démantèlement

Les matériaux de structure de l'îlot nucléaire se transforment généralement en déchets radioactifs, essentiellement de faible et moyenne activités, lorsque la centrale est mise à l'arrêt à la fin de sa vie utile, puis démantelée et déconstruite. Il s'agit de volumes relativement importants par rapport à ceux produits annuellement pendant l'exploitation de la centrale ; à titre indicatif, on estime que les déchets résultant du démantèlement représenteront 80 % du total des déchets imputables à la production d'électricité nuclé-

aire, contre 18 % environ pour les déchets d'exploitation.

La masse et le volume des déchets résultant du démantèlement sont relativement indépendants de la durée de vie de la centrale. La quantité de matières radioactives contenues dans les déchets résultant du démantèlement augmente avec la durée de vie de la centrale, mais selon un taux décroissant en fonction du temps. L'augmentation de la durée de vie des centrales, pratique aujourd'hui de plus en plus fréquente, diminue la masse et le volume de déchets par unité d'électricité produite.

Faute de percées technologiques dans le domaine du traitement des déchets, les chances de réduire les quantités de déchets issus du démantèlement une fois lancée l'exploitation d'une centrale sont limitées. Toutefois, une exploitation et une gestion efficaces diminuent jusqu'à un certain point la contamination et la quantité de déchets.

À long terme, les meilleurs espoirs d'amélioration sont entre les mains des concepteurs de centrales, ce dont sont tout à fait conscients les fournisseurs

potentiels de nouveaux modèles d'installations nucléaires. Les réacteurs avancés de génération III+, tels que l'EPR évolutionnaire ou l'AP 1000, sont conçus pour fonctionner pendant 60 ans et pour réduire le volume de déchets qu'il faudra gérer à l'issue du démantèlement. Cela sera également le cas des réacteurs de génération IV, qui seront fondés sur des concepts innovants.

### Déchets de haute activité et combustible nucléaire irradié

On range dans cette catégorie de déchets le combustible usé déchargé des réacteurs dans les pays qui ont opté pour le cycle du combustible à passage unique, et les déchets de haute activité résultant du retraitement dans les pays qui ont choisi le cycle avec retraitement. Bien qu'ils ne représentent qu'un petit pourcentage du volume total de déchets radioactifs résultant des activités électronucléaires (environ 2 % en cas de retraitement), le combustible usé et les déchets de haute activité sont le principal sujet de préoccupation

de l'industrie, des décideurs et du public. Les raisons de cette attention résident dans la grande quantité de radioactivité contenue dans les déchets de haute activité, la chaleur dégagée par ce type de déchets et, plus encore, les mesures de protection à long terme requises pour assurer la gestion et le stockage sûrs des radionucléides à vie longue contenus dans cette catégorie de déchets.

En ce qui concerne le combustible usé, les progrès technologiques réalisés dans l'exploitation des réacteurs ont conduit à une diminution continue des volumes par unité d'électricité produite. Si aucune avancée significative ne s'est produite permettant une baisse spectaculaire des volumes de combustible usé, des gains non négligeables ont été enregistrés grâce à un meilleur rendement des centrales et des programmes de gestion du combustible plus rigoureux. À l'échelle mondiale, les exploitants se sont orientés vers des assemblages de combustible et des programmes de gestion du combustible usé plus performants, qui permettent d'accroître la production d'énergie, et partant d'électricité, à partir d'un même assemblage de combustible donné sans modifier sensiblement sa masse ou son volume. Cette évolution s'explique par la volonté de réduire les volumes de déchets à transporter et à stocker, d'améliorer les performances économiques et de diminuer les impacts sur l'environnement.

La tendance consistant à augmenter les taux de combustion est illustrée, par exemple, par les réacteurs à eau ordinaire qui constituent plus de 80 % de la puissance installée dans les pays de l'OCDE : le taux de combustion des combustibles déchargés des réacteurs à eau ordinaire a augmenté d'environ 50 % entre le début des années 1960 et l'an 2000,

### Actinides produits dans le combustible nucléaire (kg/TWh)

	PWR – type N4 combustible UOx 45 GWj/tHM	PWR – type EPR combustible UOx 60 GWj/tHM	PWR – type EPR combustible 100% MOX 60 GWj/tHM
Plutonium	31.1	26.1	-65.6
Neptunium	1.87	2.02	0.263
Américium	0.628	0.759	4.77
Curium	0.00592	0.0674	3.64
Total actinides	33.8	29.2	-56.9

pour atteindre désormais 45 GWj/tHM ou davantage. Toutefois, les réductions dans le volume du combustible irradié obtenues en élevant les taux de combustion s'accompagnent d'une augmentation de la radioactivité spécifique des déchets destinés au stockage.

La composition et la radioactivité du combustible usé dépendent de la gestion du combustible dans le cœur du réacteur. La production des radionucléides spécifiques qui préoccupent le plus les concepteurs de sites de stockage géologique dans le long terme, augmente en proportion de l'irradiation du combustible. Cette meilleure utilisation du combustible a entraîné une diminution de l'activité par unité d'électricité produite, mais l'effet plafonne aux environs de 15 %. Ce résultat est illustré dans le tableau qui présente les données communiquées par les fournisseurs concernant les centrales les plus récentes mises en service en France (palier N4) et le modèle actuellement en construction en Finlande (EPR). (Les données des fournisseurs ne préjugent pas des programmes de gestion du combustible qui seront finalement retenus par les exploitants.)

Le retraitement du combustible nucléaire destiné à récu-

pérer les matières fissiles, uranium et plutonium, réduit considérablement le volume de déchets thermogènes qui doivent être stockés, mais il entraîne un accroissement des quantités de déchets moyennement radioactifs. Le recyclage des matières fissiles réduit aussi les besoins en uranium neuf, d'où une diminution des résidus de l'extraction de l'uranium des mines. Par exemple, avec la génération actuelle ou évolutive des réacteurs à eau ordinaire, un seul recyclage de l'uranium et du plutonium sous forme de combustible MOX réduit les besoins en minerai d'uranium d'environ 10 % (AEN, 2002a). Un retraitement suivi par un recyclage réduit aussi notablement les quantités de plutonium et de neptunium stockées dans les dépôts de déchets de haute activité (voir tableau).

### Réacteurs et cycles du combustible innovants

Les systèmes de production d'énergie nucléaire innovants cherchent à réduire les volumes et la radioactivité des déchets, notamment au moyen d'un rendement plus élevé et d'un recyclage plus poussé des matières fissiles (GIF, 2002). Ainsi, le réacteur à très haute température vise un rendement thermique net de 50 % ou plus



et pourrait atteindre un taux de combustion moyen dépassant 100 GWj/tHM, ce qui diviserait par quatre au moins le volume de combustible usé à stocker par unité d'électricité produite. Le réacteur rapide refroidi au sodium vise des objectifs analogues en termes de rendement et de taux de combustion, avec l'avantage supplémentaire d'un cycle du combustible avec retraitement, aboutissant à la récupération et au recyclage de presque tous les actinides mineurs.

À long terme, les cycles avec retraitement prévoyant la séparation et la transmutation (P&T) des actinides mineurs pourraient permettre de diviser par 100 la radiotoxicité sur une période de plus d'un siècle (AEN, 2002b). Cependant, d'importants programmes de R&D et de longues périodes de recherches et d'essais sont encore nécessaires pour valider ces concepts et démontrer leur faisabilité avant de pouvoir envisager leur mise en œuvre. Une évaluation économique robuste de la séparation et de la transmutation est difficile à réaliser à ce stade, mais les avantages d'un allègement du fardeau transmis aux générations futures devront être pris en compte dans une éventuelle analyse coût/avantage.

## Conclusions

Le taux d'accumulation des déchets nucléaires résultant de la production d'électricité a été progressivement abaissé grâce au progrès technologique et à la mise en œuvre de bonnes pratiques de gestion des installations. Les diminutions des volumes de déchets obtenues dans le passé ont été importantes concernant les déchets d'exploitation, notamment en raison d'une meilleure gestion des centrales et de l'introduction de méthodes de conditionnement et d'emballage perfectionnées.

Les modèles de réacteurs évolutionnaires actuellement

en construction accentueront cette tendance. L'augmentation du rendement et des taux de combustion dans les réacteurs à eau ordinaire contribuera à diminuer encore davantage les volumes de déchets par unité d'électricité produite. Des stratégies plus efficaces de conception du cœur et de gestion du combustible se traduiront également par des diminutions non négligeables de la teneur en actinides mineurs du combustible irradié déchargé. En outre, l'option du retraitement et du recyclage retenue dans certains pays de l'OCDE contribue à réduire la radiotoxicité des déchets de haute activité envoyés dans les dépôts ainsi que les besoins en uranium neuf.

À long terme, les réacteurs et les cycles du combustible innovants envisagés ou en cours de mise au point pourraient diminuer considérablement la présence de certains éléments des déchets, en particulier les actinides mineurs à vie longue. Cependant, l'innovation est un processus de longue haleine et le déploiement de systèmes de ce type n'est pas prévu avant quelques décennies. Par ailleurs, les cycles du combustible prévoyant la séparation et la transmutation nécessiteront un siècle d'exploitation ou davantage pour se concrétiser par des réductions significatives de la toxicité des déchets. Le moment venu, une analyse exhaustive coût/avantage sera requise pour évaluer pleinement les dimensions économiques, environnementales et sociales de ces solutions innovantes.

Indépendamment des améliorations futures possibles, la conception et l'exploitation des systèmes électronucléaires existants et évolutifs s'orientent vers une gestion des déchets radioactifs conforme aux principes du développement durable. Les modèles évolutifs accentuent la tendance en direction d'une

réduction au minimum des volumes et de la toxicité des déchets radioactifs déjà engagée avec la génération actuelle des centrales nucléaires.

Les déchets radioactifs doivent être envisagés dans le contexte plus vaste des déchets et autres nuisances liés aux activités industrielles qui soutiennent le développement économique et social. Les volumes et la toxicité des déchets radioactifs résultant de la production d'électricité n'atteignent pas un niveau tel qu'ils créent un problème technique ou économique insurmontable. La compréhension et l'acceptation par la société civile de la mise en œuvre des solutions techniques jugées satisfaisantes par les experts ne sont toujours pas acquises. L'autorisation et la mise en opération dans certains pays membres de dépôts pour tous les types de déchets, en particulier les déchets de haute activité, représenteront à cet égard un pas en avant décisif. ■

## Références

1. Forum international Génération IV – GIF (2002), *A Technology Roadmap for Generation IV Systems*, USDOE, Washington, DC, États-Unis.
2. AEN (2002a), *Le cycle du combustible nucléaire*, OCDE, Paris.
3. AEN (2002b), *Accelerator-driven Systems (ADS) and Fast Reactors (FR) in Advanced Nuclear Fuel Cycles: A Comparative Study*, OCDE, Paris.
4. AEN (1999), *Évacuation géologique des déchets radioactifs : Bilan des dix dernières années*, OCDE, Paris.

## À lire

1. AEN (2003), *L'énergie nucléaire aujourd'hui*, OCDE, Paris.
2. AEN (2000), *L'énergie nucléaire dans une perspective de développement durable*, OCDE, Paris.

# L'évolution du rôle des gouvernements dans le domaine de l'énergie nucléaire

Le Comité chargé des études techniques et économiques sur le développement de l'énergie nucléaire et le cycle du combustible (NDC) a récemment achevé une étude qui examine l'évolution du rôle des gouvernements dans les questions liées à l'énergie nucléaire. Ces dernières décennies, bon nombre de décisions relatives à l'intervention des pouvoirs publics se sont fondées sur les expériences antérieures les plus concluantes. Ce rapport avance quelques suggestions dont pourraient s'inspirer les pouvoirs publics dans tous les pays pour définir leurs rôles respectifs.

Le rapport *Gouvernement et énergie nucléaire*<sup>1</sup> examine le rôle des pouvoirs publics dans le domaine de l'énergie nucléaire, dans le cadre évolutif des trois principaux objectifs de la politique énergétique des pays membres de l'AEN : un approvisionnement sûr et suffisant ; des marchés et des prix compétitifs ; et un développement durable, qui comprend des objectifs en matière de changement climatique et de qualité de l'air. Le rapport entend examiner certaines des forces qui influent sur le degré d'intervention des pouvoirs publics, mais tente d'éviter les questions idéologiques.

Les gouvernements ont été fortement impliqués dans le développement de l'énergie nucléaire. Certains d'entre eux ont été les initiateurs et les animateurs du développement de l'énergie nucléaire depuis

ses débuts militaires pendant la seconde guerre mondiale, en raison de son caractère stratégique et de l'ampleur de ses risques et de ses avantages. Par la suite, les gouvernements ont soutenu le développement de l'énergie nucléaire civile, principalement pour la production d'électricité. Dans l'après-guerre, ils ont joué un rôle global croissant dans les économies des pays industriels. La science et la technologie ont été des instruments essentiels de l'action des pouvoirs publics et l'énergie nucléaire était un symbole patent de la réussite de leur mise en œuvre.

Au cours des années 1980 et 1990 sont apparus des problèmes liés à la détention et au contrôle exclusifs des équipements de production par les pouvoirs publics. Les circonstances ont contraint ceux-ci à diminuer leurs dépenses et à

réduire leur implication directe dans l'économie. L'essor du commerce international a obligé toutes les industries à être plus compétitives. Les mécanismes de marché ont été prônés comme solution alternative à l'orientation et à la réglementation par les pouvoirs publics. En même temps, la protection de l'environnement et le concept de développement durable ont pris davantage d'importance dans l'élaboration des politiques, tandis que la nécessité d'assurer la sécurité d'approvisionnement en énergie s'est maintenue, voire renforcée.

À l'époque actuelle, marquée par la privatisation et l'ouverture des marchés à la concurrence, les pouvoirs publics conservent un rôle essentiel dans les secteurs de l'énergie, de l'électricité et de l'énergie nucléaire. Si, dans certains pays, ils n'exercent certes plus un contrôle aussi direct par la détention du capital et la réglementation économique, ils demeurent fondamentalement responsables de la mise en place des cadres stratégiques à l'intérieur desquels les forces du marché peuvent agir et les objectifs de la politique publique peuvent être atteints. Comme les instruments directs dont ils disposent sont désormais moins nombreux, il leur faudra donc recourir à d'autres actions de politique.

## Justification et période d'intervention des gouvernements

Les raisons de l'intervention publique dans le secteur de l'énergie nucléaire ont évolué dans la mesure où les gouvernements sont confrontés à leurs limites. La privatisation et la concurrence ont pour conséquence que bon nombre de décisions ne sont plus prises directement par le gouvernement. Cela étant, il existera toujours des raisons stratégiques à l'intervention des pouvoirs publics : la sécurité nationale ; les situations d'urgence, les catastrophes et les crises sanitaires ; les projets nationaux dont l'importance ou l'urgence est telle que seul le gouvernement peut les assumer. Globalement, le sentiment qui prévaut aujourd'hui dans la plupart des pays de l'OCDE est que l'intervention du gouvernement doit être réservée aux situations où il est le mieux placé pour effectuer la tâche concernée et où les avantages de son intervention l'emportent sur ses coûts. En réalité, le rôle des pouvoirs publics dans le secteur de l'énergie nucléaire varie fortement d'un pays à l'autre selon leur passé et leur situation spécifiques.

Les raisons économiques, sociales et environnementales de l'intervention des pouvoirs publics se subdivisent généralement en deux catégories : l'incapacité du marché à attribuer les ressources de manière efficace, et les questions d'équité sociale. Les défaillances du marché touchent plusieurs domaines, dont certains se recoupent : biens publics, infrastructure, externalités, information et comportement compétitif. Toutefois, même s'il existe des arguments en faveur de l'intervention des pouvoirs publics, cette intervention elle-même doit être bien conçue et bien gérée. Tant l'action des marchés que celle du gouvernement

## Nature du capital et concentration dans le secteur de l'électricité

	Privé, mixte, ou publique <sup>2</sup>	Part de marché des 3 premières compagnies <sup>3</sup>
Allemagne	PR	64
Belgium	M	96
Canada	M	importante*
Rép. de Corée	PU*	importante*
Espagne	PR	83
États-Unis	PR	variable*
Finlande	M	45
France	PU	92
Hongrie	PU*	importante*
Japon	PR	importante*
Mexique	PU*	importante*
Pays-Bas	M	59
Rép. slovaque	PU*	importante*
Rép. tchèque	PU*	importante*
Royaume-Uni	PR	36
Suède	M	90
Suisse	PR	importante*

\* Estimation du Secrétariat de l'AEN.

peuvent échouer, ce qui affecte les clients et les sociétés qu'ils servent. Les pouvoirs publics doivent dès lors avoir la compétence et les ressources nécessaires pour mener leurs interventions avec efficacité.

### Participation présente et recommandée

Le rôle principal des pouvoirs publics consiste à fixer dans ses grandes lignes la politique économique, énergétique et environnementale, en s'appuyant sur un cadre juridique cohérent et des administrations compétentes. Les gouvernements doivent, en particulier, avoir des stratégies claires pour atteindre l'ensemble des trois principaux objectifs de la politique énergétique dans les décennies à venir. Ils doivent indiquer comment ils respecteront les objectifs en matière de changement climatique et de qualité de l'air compte tenu de la prédominance actuelle et prévisible des combustibles fossiles sur le marché, ainsi que la manière dont ils comptent assurer à

long terme la sécurité d'approvisionnement dans une situation de marché ouvert. Ils doivent, dans ce contexte, faire des arbitrages difficiles quant à l'opportunité, au moment et aux modalités d'une intervention, afin de réaliser l'éventail complet des objectifs de la politique.

Lorsqu'ils privatisent et ouvrent les marchés à la concurrence, les pouvoirs publics doivent s'assurer qu'ils respectent certains principes de base. En ce qui concerne les marchés, ils ont en permanence la responsabilité de garantir l'équité, l'accès, la transparence et la réglementation effective et d'assurer la disponibilité de biens publics que, sans cela, les marchés pourraient ne pas fournir. Ils doivent veiller à la sécurité d'approvisionnement, par des incitations ou d'autres moyens, visant à garantir que les capacités et les réserves de production ainsi que les lignes de transport soient suffisantes et que le réseau soit efficacement régulé afin d'éviter les grosses fluctuations, ou pire les coupures de courant.

Les pouvoirs publics doivent veiller au long terme, en compensant les taux d'actualisation élevés et la vision à court terme des marchés en régime de concurrence par des incitations fiscales ou d'autres mécanismes appropriés. Ils doivent, en particulier, mener la recherche fondamentale et à long terme en ayant à l'esprit le développement durable. Ils doivent évaluer la R&D en fonction de sa contribution à la réalisation des trois objectifs de la politique énergétique.

Les pouvoirs publics doivent, autant que possible, traiter l'énergie nucléaire de la même manière que les autres sources d'énergie, tout en tenant compte de ses propriétés spécifiques. Ils doivent susciter des études qui comparent les coûts et les incidences, risques compris, sur l'ensemble du cycle de vie pour l'éventail complet des sources de production et des usages de l'énergie. Il faudrait qu'ils internalisent les coûts externes de toutes les activités énergétiques selon les mêmes critères. La réglementation et la responsabilité en matière de déchets radioactifs devraient être cohérentes avec celles afférentes à d'autres activités.

La réglementation de la sûreté et de la sécurité nucléaires demeure une des fonctions essentielles des pouvoirs publics, qui doivent garantir l'existence d'un organe de réglementation indépendant et compétent, disposant de ressources et d'une autorité suffisantes. L'accent est mis aujourd'hui sur la culture de sûreté des organisations et entreprises, en commençant par les cadres supérieurs. Cela implique la nécessité d'assurer une bonne gouvernance. La réglementation nucléaire doit être conforme à la pratique réglementaire moderne dans tous les secteurs des pouvoirs publics et permettre à l'énergie nucléaire de se trouver en situation de concurrence équi-

table. Les gouvernements qui envisagent une contribution future de l'énergie nucléaire devraient veiller à ce que la réglementation soit en mesure de traiter des aspects tels que le démantèlement, la modernisation, l'augmentation de puissance, l'allongement de la durée de vie et les nouveaux modèles de réacteurs.

Les pouvoirs publics doivent, au-delà de la réglementation, rechercher d'autres moyens d'influer sur le comportement des exploitants et des investisseurs. Les instruments économiques seront importants à cet égard. Les gouvernements devront jouer un rôle dans l'établissement de processus publics pour le choix de l'implantation et l'approbation des installations nucléaires, y compris des installations de gestion des déchets.

Les pouvoirs publics doivent s'assurer que des politiques souples et progressives sont en place pour la gestion à long terme des déchets, ainsi que de la disponibilité de ressources financières et d'institutions pour concrétiser les projets. Ils doivent superviser la mise en œuvre des politiques en vue d'assurer la poursuite des objectifs de gestion des déchets.

Les pouvoirs publics doivent faire en sorte que le public soit suffisamment informé de la politique énergétique et qu'il existe des mécanismes appropriés pour associer le public aux décisions essentielles en matière d'énergie. Les processus décisionnels devraient intégrer les meilleures informations scientifiques ainsi qu'un large éventail d'avis du public. Il incombe aux pouvoirs publics de prendre l'initiative sur les questions de politique énergétique à long terme et de justifier clairement les options retenues. Ils doivent s'assurer par ailleurs de pouvoir, de même que le public, continuer à avoir accès aux informations de base concernant l'énergie, qui peuvent ne pas circuler

librement dans un régime de concurrence.

Il est clair que les gouvernements ont un rôle primordial en matière de lutte contre les détournements, de non-prolifération et de sécurité nationale. Ce rôle inclut la responsabilité de la sécurité physique des infrastructures sensibles, y compris des installations nucléaires. Ils doivent prémunir contre l'utilisation des matières nucléaires comme armes radiologiques et veiller à ce que, dès le départ, les nouvelles conceptions de réacteurs et de cycles du combustible intègrent des mesures anti-prolifération.

## La dimension internationale

La coopération intergouvernementale demeurera essentielle en matière d'énergie nucléaire. Les questions relatives à la sûreté nucléaire et aux incidences environnementales peuvent être efficacement traitées par la coopération internationale et l'assistance technique. L'harmonisation des normes de sécurité et de protection contre les rayonnements peut contribuer à améliorer la compréhension du public, en particulier dans les situations d'urgence. Les projets conjoints concernant les modèles de réacteurs de l'avenir permettent d'optimiser les ressources nationales limitées. Le consensus international et les rapports internationaux sur l'état de la technique peuvent contribuer au débat public sur l'énergie nucléaire. ■

## Notes

1. Le présent article est extrait du résumé de *Gouvernement et énergie nucléaire*, ISBN 92-64-01539-6.
2. Agence internationale de l'énergie (1996), *The Role of IEA Governments in Energy*, OCDE, Paris.
3. Commission des communautés européennes SEC(2002)1038, *Document de travail des services de la Commission : 2<sup>ème</sup> rapport d'étalonnage sur la mise en œuvre du marché intérieur du gaz et de l'électricité*, Bruxelles, Belgique.

# Gestion et réglementation du changement organisationnel dans les installations nucléaires

P. Pyy, C. Reiersen\*

**Dans la mesure où le changement organisationnel dans les installations nucléaires peut influencer sur la sûreté nucléaire, il est crucial de veiller à ce que ce changement soit correctement géré et réglementé. Quelques éléments clés peuvent contribuer au succès de la gestion du changement.**

Le processus de changement s'impose à toutes les organisations, et les entreprises électronucléaires ne font pas exception à cette règle. Elles doivent évoluer pour répondre aux différentes demandes auxquelles elles sont confrontées tout au long de leur cycle de vie, depuis la construction et la mise en route jusqu'au démantèlement, en passant par l'exploitation. En outre, l'ouverture progressive des marchés de l'électricité les oblige à s'adapter à un environnement commercial toujours plus problématique.

Les dépenses de personnel sont souvent considérées comme l'un des postes susceptibles d'être maîtrisés, d'où une recherche permanente de nouvelles stratégies pour gérer ces dépenses – par exemple,

diminuer les effectifs, changer les structures organisationnelles, adopter de nouvelles stratégies pour l'organisation des quarts, introduire de nouvelles technologies ou augmenter la part des activités exécutées par des prestataires extérieurs. Toutefois, si les changements dans les effectifs ou les structures et les systèmes organisationnels sont mal conçus ou exécutés, ils peuvent avoir des incidences sur la gestion de la sûreté. En outre, il peut s'avérer très difficile pour une entreprise d'admettre et de corriger des problèmes résultant de changements instaurés peu de temps auparavant. Cela étant, on comprend que les autorités de sûreté nucléaire cherchent à s'assurer que les compagnies d'électricité planifient et gèrent

les changements dans des conditions qui ne compromettent pas la sûreté nucléaire.

## Nécessité d'une gestion du changement et de processus d'examen structurés

Tant l'exploitant (titulaire d'une autorisation) que l'autorité de sûreté doivent se doter de processus pour s'assurer que le changement organisationnel est géré correctement. L'autorité de sûreté pourrait souhaiter être avisée précocement et précisément de tout projet de changement organisationnel susceptible de retentir sur la sûreté nucléaire. Il importe pour le titulaire d'une autorisation que l'autorité de sûreté expose clairement et applique uniformément sa politique et, ce faisant, réduise l'incertitude qui limite son autonomie d'action. Ainsi, l'autorité de sûreté pourrait présenter officiellement le processus d'inspection réglementaire qui régira les changements organisationnels et élaborer des critères pertinents, pratiques et transparents pour les évaluer.

Il se peut que l'autorité de sûreté ne souhaite pas se pencher sur tous les projets de changement envisagés par l'exploitant. Cela prendrait beaucoup

\* M. Pekka Pyy ([pekka.pyy@oecd.org](mailto:pekka.pyy@oecd.org)) travaille dans la Division de la sûreté nucléaire de l'AEN. M. Craig Reiersen ([craig.reiersen@hse.gsi.gov.uk](mailto:craig.reiersen@hse.gsi.gov.uk)) travaille à l'Inspection des installations nucléaires (UK Health & Safety Executive).

Cet article résume les principales conclusions de l'atelier AEN/CSIN de 2001 sur les aspects réglementaires de la gestion du changement, qui sont également reprises dans les Avis techniques du CSIN n° 5.

de temps et aurait des conséquences négatives sur les processus de gestion de l'exploitant. En revanche, l'autorité de sûreté et l'exploitant pourraient partir du principe que le traitement appliqué aux modifications apportées aux centrales et à l'équipement peut, pour l'essentiel, être transposé aux changements organisationnels. L'autorité de sûreté peut donc demander à l'exploitant de mettre au point, concernant la gestion du changement, un processus qui s'apparente à celui en vigueur pour les modifications visant les centrales. Ce processus pourrait fixer les modalités d'élaboration, d'évaluation et de mise en œuvre des propositions de changement.

Un processus de changement rigoureux comprendrait les éléments clés suivants :

- la définition d'un « référentiel » organisationnel ;
- une description du changement proposé ;
- le degré d'importance en matière de sûreté ;
- une évaluation et un examen du projet de changement correspondant au degré d'importance ;
- un programme de mise en œuvre et l'utilisation d'indicateurs de performance ;
- un examen du changement après la mise en œuvre.

Ces éléments s'inscrivent dans un système de gestion de la sûreté ou d'un système de contrôle de la qualité applicable à la gestion des changements organisationnels et, à ce titre, chacun doit faire l'objet d'un examen et d'un audit périodiques par l'exploitant et l'autorité de sûreté. Chacun de ces éléments est analysé ci-après.

### Éléments clés d'une gestion réussie du changement

Premièrement, on pourrait encourager les exploitants à analyser et à décrire leurs structures et leurs ressources organisationnelles en place. Le résultat

### Exemple de modifications intervenues dans la gestion au Royaume-Uni

*En 1988, le gouvernement du Royaume-Uni a annoncé qu'il ne voyait aucun avenir à court terme pour la technologie des réacteurs rapides et que le réacteur rapide prototype de Dounreay appartenant à l'Autorité de l'énergie atomique du Royaume-Uni (UKAEA) serait mis à l'arrêt en 1994. Cette analyse a conduit à une réduction massive des effectifs de l'UKAEA. Entre 1988 et 1993, les effectifs sont tombés de 13 600 à 8 300. En 1994, l'UKAEA a réparti ses activités entre trois groupes d'entreprises distincts, dans la perspective de la privatisation de deux de ces entités. Ce changement d'orientation et les compressions d'effectifs ont sensiblement affaibli la base technique de l'UKAEA qui a dû, pour un certain nombre de services, se retourner vers des sous-traitants, dont certains n'étaient autres que les entreprises auxquelles elle venait juste de céder une partie de ses activités. Le Service d'inspection des installations nucléaires (NII) s'est inquiétée de cette restructuration et a informé l'UKAEA de son intention de réaliser un audit de la gestion de la sûreté à Dounreay. L'audit a été différé pour donner au nouveau Directeur de l'UKAEA le temps d'évaluer la situation et permettre à l'UKAEA de réaliser un examen de son propre fonctionnement.*

de ce travail, assimilable à un bilan des moyens dont dispose l'entreprise pour assurer que la sûreté nucléaire est correctement gérée, peut être considéré comme une « évaluation du référentiel ». C'est le point de départ à l'aune duquel sera jugé tout projet de changement concernant les structures et les ressources organisationnelles. Une fois effectué, le changement devient partie intégrante du nouveau référentiel de l'entreprise.

Certaines autorités de sûreté peuvent également souhaiter que figurent dans l'évaluation du référentiel réalisée par l'exploitant les vulnérabilités à la perte de certaines ressources, par exemple le cas où un seul membre du personnel détient l'essentiel des connaissances sur certaines questions relatives à la sûreté, ainsi que des mesures d'intervention d'urgence. On peut être raisonnablement assuré que l'exploitant évalue correctement ses besoins en matière de ressources et de compétences, et maintient une structure organisationnelle efficace, s'il apporte la preuve qu'il

a mis au point des indicateurs qui contrôlent les performances en matière de sûreté et confirment que les fonctions de sûreté nucléaire sont exécutées de façon efficace. Ces indicateurs sont utilisés pour valider les hypothèses qui sous-tendent l'évaluation du référentiel et recenser les points faibles.

Pour bien faire, le processus de changement lancé par l'exploitant devrait commencer par une description de la nature du changement, de sa raison d'être et de sa finalité. Il importe que les responsabilités soient clairement délimitées, et il faudrait que soient désignées dans le processus les personnes à qui incombe la proposition, la gestion et l'examen du changement. Il faudrait définir le programme de mise en œuvre du changement, ainsi que les dispositions prévues pour l'exécution d'un examen par les pairs, ou d'une autoévaluation. Dans l'idéal, il faudrait également prendre en compte le calendrier des interventions de l'autorité de sûreté et ses interactions avec l'exploitant.

## Suivi du changement

*Le 7 mai 1988 s'est produit un incident au cours duquel une pelle mécanique a endommagé un câble électrique de 11 kV coupant l'alimentation électrique à la zone du cycle du combustible du site de Dounreay. Selon l'audit de la gestion de la sûreté réalisé par le NII, les changements organisationnels effectués au sein de l'UKAEA avaient affaibli à un point tel ses ressources administratives et techniques à Dounreay que l'organisation n'était plus à même de mener à bien sa mission principale, à savoir le démantèlement du site. Il est également ressorti de l'audit que l'UKAEA était trop tributaire de la sous-traitance pour l'exécution de nombre des fonctions essentielles que le NII souhaitait voir placées sous la responsabilité de l'UKAEA en tant qu'exploitant en titre du site. Les conclusions de l'audit du NII<sup>3</sup> ont conduit l'UKAEA à revoir sensiblement son organisation et ses effectifs, notamment à adopter des mesures destinées à réinternaliser bon nombre de fonctions clés et à restaurer sa capacité d'agir en client intelligent.*

Les modifications apportées aux centrales et à l'équipement sont classées en fonction de leur importance du point de vue de la sûreté nucléaire. On peut faire de même avec les modifications visant les structures et les ressources organisationnelles. Le classement obtenu peut ensuite être utilisé pour mesurer la portée et le bien-fondé de la justification. Les changements définis comme les plus importants pourraient être subordonnés à un accord réglementaire. En adoptant une telle approche, l'exploitant et l'autorité de sûreté peuvent s'entendre sur les changements qui requièrent un examen réglementaire et ceux pour lesquels une intervention réglementaire n'est pas indispensable, par exemple parce qu'elle retarderait des changements ayant des conséquences positives ou parce que son impact sur la sûreté est négligeable.

Normalement, les projets de changement organisationnel devraient être justifiés par la réalisation d'une analyse d'un niveau proportionnel à l'impact potentiel du changement sur la sûreté nucléaire. Il conviendrait également de prendre en compte les effets cumulatifs éventuels d'une série de petits

changements au moment de déterminer le niveau approprié de l'analyse.

Selon toute vraisemblance, la plupart des propositions de changement s'attacheront à démontrer qu'il reste suffisamment de personnes compétentes pour assurer des fonctions de sûreté, que les responsabilités sont clairement définies et que les besoins de formation et les modifications de procédure ont été prises en compte. Toutefois, pour être utile, l'analyse doit également analyser les risques spécifiques liés au changement. Cela permettra à son tour de déterminer les facteurs spécifiques qu'il conviendra de développer dans la justification d'une proposition de changement.

Un programme d'exécution du changement devra être élaboré. Ce programme devra recenser les éléments de changement qui doivent être achevés pour pouvoir passer aux étapes suivantes du processus (par exemple préparation de procédures révisées, formation, réaffectation du personnel, etc.). L'établissement d'un plan de gestion en bonne et due forme du projet pourrait s'avérer nécessaire pour faciliter la gestion de changements plus complexes ou de plus grande portée.

L'autorité de sûreté sera fondée à admettre que le changement est convenablement maîtrisé si l'exploitant crée des indicateurs pour suivre les conséquences du changement. Ces indicateurs doivent être conçus pour relever les signes avant-coureurs de problèmes – par exemple, augmentation des heures de travail, augmentation des reprises de maintenance ou abondance de commentaires sur les dossiers de sûreté dans les examens par les pairs.

Enfin, l'autorité de sûreté peut demander que le processus de changement de l'exploitant décrive les modalités d'une phase d'examen programmé. En principe, ce devrait être la dernière phase de tout programme de changement, bien que pour certaines modifications plus complexes, plus étendues ou plus fondamentales, des examens intérimaires pourraient également s'imposer.

### Quels sont les pièges à éviter

Normalement, le processus de gestion du changement de l'exploitant devrait être clair et transparent aux yeux de l'autorité de sûreté. Par exemple, il pourrait reconnaître officiellement le rôle de l'autorité de sûreté et le calendrier de ses interactions avec l'exploitant. En retour, il appartient à l'autorité de sûreté d'exposer clairement ses vues, et un accord doit être conclu quant au point d'aboutissement du programme de changement.

On ne saurait surestimer les avantages d'une bonne communication entre l'autorité de sûreté et l'exploitant. Le dialogue contribue à assurer une perception partagée de l'importance de questions spécifiques. Lorsque des changements dans les tâches et des compressions de personnel sont prévus, les employés s'inquiètent pour la sécurité de leur emploi et s'interrogent sur le calendrier des changements. L'autorité de sûreté doit donc

aider l'exploitant à réduire au minimum cette incertitude – par exemple en lui donnant des indications sur le type de renseignements qu'il doit faire figurer dans la proposition de changement et en répondant clairement et rapidement à ses propositions. Toutefois, l'autorité de sûreté doit être consciente de l'impact de ses propres actions sur le comportement de l'exploitant et se garder de restreindre inutilement ses possibilités d'action ou de lui imposer des demandes inappropriées.

Les changements organisationnels qui supposent l'externalisation de missions précédemment exécutées en interne peuvent également soulever des problèmes qui requièrent un examen réglementaire approfondi. L'autorité de sûreté doit connaître et évaluer les stratégies des exploitants en matière de sous-traitance. L'exploitant doit toujours conserver la compétence et la capacité voulues pour évaluer la qualité du travail et, le cas échéant, appliquer aux prestataires extérieurs les mêmes normes qu'à son propre personnel. L'autorité de sûreté peut par conséquent juger important que l'exploitant démontre de façon rigoureuse qu'il conserve les moyens de se comporter en client intelligent.

En outre, un changement organisationnel, surtout lorsqu'il s'agit d'un changement de grande portée, peut avoir des incidences sur la capacité de l'exploitant de préserver une mémoire d'entreprise adéquate – c'est-à-dire, de conserver, comprendre et exploiter à bon escient les informations relatives à la conception, à l'exploitation et à la maintenance d'une installation et, le cas échéant, à son démantèlement. L'autorité de sûreté peut demander à l'exploitant de faire une place appropriée à la problématique de la mémoire d'entreprise dans ses projets de changement. Par exemple, l'exploitant pour-

rait montrer comment la succession des dispositions prises en matière de gestion garantit le maintien de la formation et de la capacité d'analyse pendant et après un changement. Cela peut se matérialiser par le recueil de connaissances et d'explications sur des points spécifiques auprès d'employés expérimentés, ainsi que par l'adoption de mesures destinées à assurer le maintien de personnel clé sous la main.

Les facteurs qui influent sur le moral, les attitudes et la motivation du personnel jouent un rôle crucial dans le processus de gestion du changement organisationnel. Il est compréhensible que l'autorité de sûreté cherche à s'assurer que l'exploitant se préoccupe véritablement de ces éléments et prend des mesures pour soutenir le moral des employés et leur inculquer une culture constructive de la sûreté. Il est probable que le processus de gestion du changement mis en œuvre par l'exploitant fera une large place à une communication ouverte et régulière avec le personnel. Si l'autorité de sûreté peut engager un dialogue avec les employés de l'exploitant, et décrire le processus réglementaire que celui-ci doit respecter, elle ne doit pas perdre de vue la nécessité de conserver son impartialité statutaire ni placer en porte-à-faux les responsables de l'exploitation.

Les principes exposés dans le présent article s'appliquent aux changements organisationnels prévus par le titulaire d'une autorisation. Il convient également de prendre en compte les changements non prévus – par exemple, lorsqu'une personne quitte l'entreprise ou en cas d'absence de personnel en raison de problèmes sociaux. Dans ces circonstances, l'autorité de sûreté partira du principe que l'exploitant a pris des dispositions pour veiller à la bonne exécution des fonctions de sûreté sans mise en œuvre d'un processus formel de gestion du

changement. Si l'événement imprévu aboutit à la décision de revoir les structures organisationnelles de l'exploitant, ou ses besoins en matière de ressources ou de compétences, la logique serait d'appliquer le processus normal de gestion du changement.

## Conclusions

Faute d'une conception et d'une gestion appropriées, un changement organisationnel peut perturber la sûreté nucléaire. Le Groupe spécial sur les facteurs humains et organisationnels (SEGHOF) du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSIN) de l'AEN a essayé de sensibiliser, tant les exploitants que les autorités de sûreté, en organisant des rencontres et des ateliers<sup>1</sup> pour analyser les questions en jeu et en publiant un avis technique<sup>2</sup>. Le SEGHOF poursuit ses activités dans ce domaine ; l'importance d'une gestion efficace du changement tout au long du processus depuis l'exploitation jusqu'au démantèlement sera examinée lors du prochain atelier international intitulé « Safe, Efficient, and Cost-effective Decommissioning », qui se tiendra à Rome, Italie, du 6 au 10 septembre 2004. ■

## Notes

1. NEA/CSNI/R(2002)20, *Workshop on the Regulatory Aspects of the Management of Change – Chester, UK, 10-12 September 2001: Summary and Conclusions*, OCDE/AEN, Paris.
2. AEN (2004), *Avis techniques du CSIN n° 5 : Gestion et réglementation des changements organisationnels dans les installations nucléaires*, OCDE/AEN, Paris.
3. UK Health & Safety Executive (1998), *Safety Audit of Dounreay*, HSE Books, Londres.

## À consulter

1. INSAG-18 (2003), *Managing Change in the Nuclear Industry: The Effects on Safety. A Report by The International Nuclear Safety Advisory Group*, AIEA, Vienne.
2. IAEA TECDOC 1226 (2001), *Managing Change in Nuclear Utilities*, AIEA, Vienne.



# Production et demande d'uranium : besoin de décisions ponctuelles

R.R. Price, J.R. Blaise, R.E. Vance\*

Les ressources en uranium sont abondantes. Au début de 2003, le total connu des ressources classiques (récupérables à <130 USD/kg d'U) s'élevait à environ 4 590 000 tonnes d'uranium (tU). Si l'on y ajoute 9 790 000 tU de ressources spéculatives non encore découvertes, mais dont les indices géologiques semblent attester l'existence, on parvient à un total de ressources estimées en uranium d'environ 14 380 000 tU. Compte tenu des besoins des réacteurs nucléaires à l'échelle mondiale en 2002 (66 815 tU), ces ressources sont suffisantes pour plusieurs siècles.

Cependant, pour diverses raisons, la production actuelle est maintenue à un niveau inférieur à celui de la demande. En 2002, la production des mines d'uranium dans 20 pays a représenté environ 36 040 tU. Les sept premiers pays producteurs étaient, par ordre décroissant, le Canada, l'Australie, le Niger, la Fédération de Russie, le Kazakhstan, la Namibie et l'Ouzbékistan. Ensemble, ces pays ont assuré plus de 85 % de la production globale. Les deux plus grands producteurs, l'Australie et le Canada, ont

fourni, à eux seuls, plus de la moitié de l'uranium extrait dans le monde.

Ainsi, à la fin de 2002, la production primaire ne correspondait qu'à environ 54 % des besoins des réacteurs à l'échelle mondiale. La demande résiduelle a été satisfaite grâce aux sources secondaires, telles que les stocks commerciaux excédentaires, l'uranium faiblement enrichi tiré des ogives nucléaires à uranium fortement enrichi, le réenrichissement des résidus et le retraitement du combustible usé. La dépendance à l'égard des sources secondaires a été encore plus marquée dans les pays de l'OCDE où, malgré la présence des deux plus gros producteurs mondiaux, la production minière en 2002 (20 114 tU) n'a couvert qu'environ 36 % de la demande (55 490 tU). En 2020, les besoins mondiaux en uranium des centrales nucléaires devraient se situer entre 73 495 tU (hypothèse basse) et 86 070 tU (hypothèse haute).

Selon les prévisions actuelles, la capacité théorique de production d'uranium des centres de productions existants, commandés, prévus et envisagés, alimentés par des res-

sources classiques connues récupérables à des coûts <80 USD/kg d'U, ne pourra satisfaire les besoins futurs projetés en uranium à l'échelle mondiale, dans aucune des deux hypothèses retenues d'évolution de la demande (voir figure). En 2020, la capacité de production primaire ne répondra qu'à 73 à 85 % de la demande selon l'hypothèse choisie. Encore faut-il considérer ces chiffres comme conservatifs, car la production atteint rarement 100 % de la capacité théorique. Par conséquent, les sources secondaires demeureront cruciales pour satisfaire les besoins mondiaux en uranium.

Cependant, la disponibilité des sources secondaires devrait diminuer, surtout après 2020, d'où la nécessité d'augmenter la production primaire pour faire face aux besoins des réacteurs nucléaires. Cela passera par l'expansion de la capacité des centres de production existants, le redémarrage de centres de production non utilisés ou fermés, la mise en valeur de centres de production entièrement nouveaux ou l'introduction d'autres cycles du combustible.

Quand on compare l'augmentation nécessaire de la capacité de production primaire et les ressources pour la mise en valeur de nouveaux centres, il faut tenir compte du temps que requiert la découverte et la mise en exploitation de nouvelles capacités de

\* M. Robert Price ([robert-rush.price@oecd.org](mailto:robert-rush.price@oecd.org)) travaille dans la Division du développement nucléaire de l'AEN. M. Jean-René Blaise ([jrblaise@cogema.fr](mailto:jrblaise@cogema.fr)), ancien secrétaire AIEA du Groupe uranium, travaille actuellement à la Cogema. M. Robert Vance ([rvance@nrcan.gc.ca](mailto:rvance@nrcan.gc.ca)) travaille dans la Division de l'uranium et des déchets radioactifs à Ressources naturelles Canada.

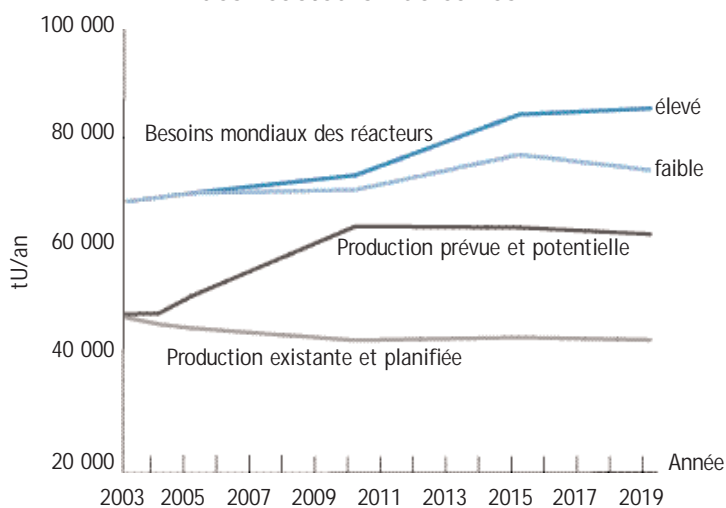
## Dates clés dans la mise en valeur de quelques mines d'uranium

Pays	Gisement/ mine	Début de la prospection	Découverte du gisement	Début de la production
Australie	Beverley (LIS)	1968	1970	2000
Australie	Honeymoon (LIS)	1968	1972	pas encore annoncé
Australie	Jabiluka (S)	1968	1971	pas encore annoncé
Australie	Olympic Dam (S)	début 1970s	1976	1988
Australie	Ranger (CO)	1968	1969	1981
Brésil	Lagoa Real	1974	1976	2000
Canada	Cigar Lake	1969	1981	pas avant 2006
Canada	Key Lake	1968	Gaertner : 1975 Deilmann : 1976	Gaertner : 1983 Deilmann : 1989
Canada	McArthur River	1981	1988	1999
Canada	McClellan Lake	1974	1979	1999
Kazakhstan	Inkay (LIS)	1976	1979	2001
Kazakhstan	Kanzhugan (LIS)	1972	1974	1982
Kazakhstan	Mynkuduk (LIS)	1973	1975	1987
Kazakhstan	Uvanas	1963	1969	1977
Niger	Akouta	1956	1972	1978
Niger	Arlit	1956	1965	1970

LIS : lixiviation *in situ* ; CO : exploitation à ciel ouvert ; S : exploitation souterraine.

production d'uranium. Le délai habituel pour découvrir et mettre en valeur de nouvelles installations de production d'uranium a été de l'ordre d'une à deux décennies (voir tableau). Une variété de facteurs ont contribué à ces délais, par exemple les conditions du marché, certaines décisions opérationnelles, les évaluations environnementales et les conditions d'obtention des autorisations ou des difficultés techniques. Quoiqu'il en soit, de tels délais pourraient occasionner des déficits d'approvisionnement en uranium, s'accompagnant d'une tendance à la hausse des prix de l'uranium à mesure que s'épuisent les sources secondaires. La durée des délais de mise en œuvre montre l'importance de décider à l'avance de l'accroissement des capacités de production bien avant la date prévue d'un éventuel déficit d'approvisionnement. La consommation mondiale d'électricité devrait continuer à croître pour répondre aux besoins d'une population et d'une économie en expansion. La

### Capacité mondiale annuelle de production d'uranium jusqu'en 2020 comparée aux prévisions des besoins des réacteurs nucléaires



production d'électricité nucléaire devrait continuer à jouer un rôle important dans le panier énergétique, au moins au cours des prochaines décennies. Elle pourrait être amenée à augmenter dans des proportions considérables. Si les ressources en uranium sont

suffisantes pour répondre aux besoins futurs projetés, un effort concerté sera nécessaire pour assurer que de nouvelles ressources seront mises en valeur, en temps utile, de façon à satisfaire la demande future et à éviter les déficits d'approvisionnement. ■

# Indicateurs directs d'efficacité et d'efficience des autorités de sûreté

B. Kaufer, S. Chakraborty\*

Le Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CANR) de l'OCDE/AEN étudie depuis 1998 comment améliorer et mesurer l'efficacité du contrôle des installations nucléaires par les autorités de sûreté. En 2002 et 2003, il a lancé un projet pilote destiné à tester 45 indicateurs potentiels de cette efficacité, certains précurseurs, d'autres décalés et portant sur des aspects quantitatifs comme qualitatifs. Un groupe de travail a analysé les résultats du projet pilote qui ont d'ailleurs fait l'objet d'un forum international sur les moyens de mesurer, évaluer et communiquer l'efficacité des autorités de sûreté (MACRE 2003).

## Efficacité et efficience des autorités de sûreté

L'efficacité d'une autorité de sûreté se comprend généralement comme le fait de « faire ce qu'il faut » tandis que son efficience revient à « faire comme il faut ». Autrement dit, il convient d'analyser d'abord l'efficacité de l'autorité par

rapport aux objectifs bien définis de sa mission, après quoi on pourra songer à améliorer son efficience. D'où l'importance de se fixer des objectifs contrôlables.

En 2001, dans son rapport intitulé *Améliorer l'efficacité des autorités de sûreté nucléaire*, le CANR avait donné sa propre définition de cette efficacité :

*À condition de disposer des prérogatives et moyens indispensables, une autorité de sûreté est efficace lorsqu'elle :*

- *veille au maintien d'un niveau de sûreté acceptable par les organisations exploitantes qu'elle contrôle ;*
- *acquiert et préserve un niveau de compétence satisfaisant ;*
- *prend les mesures appropriées pour éviter la dégradation et favoriser l'amélioration de la sûreté ;*
- *accomplit ses fonctions réglementaires dans des délais et des conditions économiques satisfaisants et*

*de façon à inspirer confiance tant aux organisations exploitantes qu'au grand public et aux instances gouvernementales ;*

- *s'efforce de toujours améliorer ses performances.*

## Indicateurs

La tâche maîtresse de l'autorité de sûreté consiste avant tout à s'assurer que l'exploitation et la maintenance des installations nucléaires ne puissent pas compromettre la santé et la sécurité du public. Au cours des 50 dernières années, les organisations, structures et procédés employés par les autorités de sûreté ont évolué. Les facteurs économiques, la déréglementation, le progrès technologique, l'exercice de la tutelle de l'État et, en général, la demande en faveur de plus d'ouverture et de responsabilité sont autant d'éléments qui ont conduit ces autorités à s'interroger sur leur efficacité. S'efforcer de relever le niveau de sûreté actuel par un effort continu des autorités de sûreté pour améliorer leur efficacité a été considéré comme un bon moyen de renforcer la confiance du public dans les systèmes réglementaires.

Le principal intérêt des indicateurs des performances des autorités de sûreté nucléaire est

\*M. Barry Kaufer ([barry.kaufer@oecd.org](mailto:barry.kaufer@oecd.org)) travaille dans la Division de la sûreté nucléaire de l'AEN. M. Sabyasachi Chakraborty ([sabyasachi.chakraborty@hsk.psi.ch](mailto:sabyasachi.chakraborty@hsk.psi.ch)) est responsable de la Section recherche en matière de sécurité et affaires internationales à la Division principale de la sécurité des installations nucléaires en Suisse.

de centrer effectivement leur attention sur leur mission de sûreté. Par ailleurs, il faut intégrer ces indicateurs à un système établi de gestion de la qualité pour en tirer le bénéfice maximal. Ces indicateurs peuvent aussi être exploités dans les opérations de communication avec les diverses parties prenantes, pour contrôler les processus internes et l'établissement des budgets et, le cas échéant pour faciliter la mise au point de stratégies et gérer les changements. Leur utilisation doit faire partie d'une démarche d'amélioration constante à laquelle sont conviés tous les partenaires, y compris le personnel de l'autorité de sûreté. Les indicateurs directs servent à mesurer les propres performances de l'autorité de sûreté, contrairement aux indicateurs indirects, qui eux déduisent l'efficacité de l'autorité de sûreté des résultats de l'exploitant en matière de sûreté. Les indicateurs directs mis au point pour le projet pilote devaient servir à :

- vérifier que l'autorité de sûreté exécute son travail conformément à sa mission, à sa stratégie et à ses plans ;
- vérifier que l'autorité de sûreté accomplit son travail conformément aux procédures et politiques internes de qualité ;
- mesurer la manière dont est réalisé le travail ;
- évaluer la perception qu'ont des processus réglementaires, les diverses parties prenantes et le personnel de l'autorité de sûreté ;
- favoriser l'emploi de plans de travail détaillés pour les activités réglementaires.

Un indicateur révélera, par exemple, si les inspections ou les évaluations de la sûreté prévues ont effectivement été réalisées ou si les contrats ont été gérés conformément à la politique convenue ou annoncée.



NEI, Etats-Unis



Duke Power Company, Etats-Unis



Taiwan Power Company, Taipei chinois

Indicateurs de performance directs et indirects : les éléments d'un système de gestion de la qualité.

### Résultats du projet pilote

Le projet pilote a démontré l'utilité d'indicateurs de performance directs pour évaluer l'efficacité et l'efficience des autorités de sûreté et en informer le public. Il a aussi permis d'identifier les limites de leur utilisation et les précautions à prendre, du fait notamment que l'information fournie par ces indicateurs ne donne qu'une vision partielle de l'efficacité des autorités de sûreté. Mesurer et évaluer avec précision l'efficacité de l'autorité de sûreté et en donner une image exacte nécessitent, en effet, beaucoup d'autres variables et types d'informations.

Pendant toute la durée du projet pilote, les participants ont fourni un retour d'expérience de la mise en œuvre de

ces indicateurs de performance directs, en utilisant pour cela, une grille spécialement conçue. Le groupe de travail est cependant convenu qu'il serait impossible, en un an, d'identifier tous les avantages et inconvénients de l'application de ces indicateurs de performance. Néanmoins, les principales observations et conclusions tirées du projet démontrent que l'utilisation d'indicateurs de performance directs :

- a donné une meilleure image globale de la situation de travail et a permis à l'encadrement de se faire une idée plus précise de toutes les situations de travail individuelles ;
- a permis de déceler des performances insuffisantes et a déclenché des mesures correctrices ;

- a révélé la difficulté de définir des indicateurs qui ne soient pas influencés par d'autres indicateurs ;
- a permis une communication plus efficace avec les divers interlocuteurs à l'intérieur comme à l'extérieur de l'autorité de sûreté ;
- a permis de mieux se concentrer sur les résultats du travail réglementaire ;
- doit s'inscrire dans un processus de perfectionnement de longue haleine ;
- doit se concevoir dans le cadre d'un système de gestion de la qualité harmonieux ;
- doit s'accompagner de la prise en compte des aspects qualitatifs et de l'utilisation d'indicateurs indirects et d'autres informations si l'on veut obtenir une évaluation complète des performances des autorités de sûreté ;
- tend à privilégier l'efficacité plutôt que l'efficacé.

### Résultats du forum MACRE 2003

Ce forum devait servir principalement à vérifier et à valider les mesures sélectionnées. Lors de séances plénières, comme dans le cadre de discussions parallèles en petits groupes, les participants ont débattu du bien-fondé des indicateurs choisis et des possibilités d'en appliquer d'autres et ils se sont interrogés sur les mesures cardinales de l'efficacité et de l'efficacé des autorités de sûreté. À la fin de la réunion, ils avaient effectivement validé les travaux du groupe de travail et apporté des éclaircissements utiles. La réflexion engagée lors de ce forum a montré que :

- Une autorité de sûreté efficace apporte une « valeur ajoutée » à l'exploitant de centrales nucléaires. Bien

que cette « valeur ajoutée » ne puisse être directement mesurée, la comparaison avec des installations nucléaires publiques échappant à un contrôle externe révèle d'importants écarts en termes de sûreté.

- Les indicateurs de performance sont utiles : « Si vous mesurer un paramètre, il s'améliorera ».
- Les indicateurs ne mesurent pas la qualité réelle du travail.
- Les participants sont favorables à la réalisation d'évaluations qualitatives externes des performances des autorités de sûreté. De l'avis général, le contrôle exercé par les autorités de sûreté garantit de meilleures performances des exploitants. De même, il a été démontré que les évaluations externes sont synonymes d'amélioration des performances des autorités de sûreté et, par conséquent, recommandables.
- Les participants ont fortement insisté sur la nécessité d'améliorer les compétences de l'autorité de sûreté sachant qu'il ne faut pas se limiter aux compétences techniques, les qualités de décision, de gestion et de communication comptant tout autant.
- De l'avis général, l'efficacité des autorités de sûreté repose aussi en large partie sur la confiance du public.

### Activités futures

Les résultats du projet pilote et du forum sont de nature à encourager les pays membres de l'AEN à poursuivre leurs travaux dans ce domaine. Le CANR a adopté les recommandations qui suivent :

- Les pays membres devraient utiliser dans la mesure du

possible des indicateurs de performance directs, et notamment ceux qui sont présentés dans l'ouvrage intitulé *Indicateurs directs de l'efficacé et de l'efficacité de la réglementation nucléaire*, pour évaluer et améliorer l'efficacé et l'efficacité des autorités de sûreté nationales. Ces indicateurs donneront les meilleurs résultats s'ils sont intégrés à un système de gestion de la qualité établi.

- Il est recommandé aux membres du CANR de poursuivre leurs activités sur ce thème et d'organiser une réunion annuelle afin de se communiquer les enseignements tirés de l'application de ces indicateurs. Il faudrait qu'un groupe de travail se réunisse en 2006 pour établir un rapport d'ici à 2007, compte tenu des autres activités internationales dans ce domaine.
- Il faudrait que le CANR étudie les possibilités d'intégrer tous les efforts et initiatives concernant l'efficacé et de l'efficacité des autorités de sûreté.
- Il serait bon que l'AEN communique les résultats de ce projet pilote à toutes les parties intéressées (pays membres et non-membres, par exemple).
- Le CANR devrait élaborer un cadre intégré pour l'évaluation de l'efficacé et de l'efficacité des autorités de sûreté, où soient correctement pris en compte les aspects qualitatifs de la performance et la contribution des autorités de sûreté à la sûreté nucléaire.

Les résultats du projet pilote ont été publiés au début 2004 sous le titre *Indicateurs directs de l'efficacé et de l'efficacité de la réglementation nucléaire*. Ce rapport peut être consulté gratuitement sur le site web de l'AEN à l'adresse [www.nea.fr](http://www.nea.fr). ■

# Dépôts en formations géologiques : des avancées politiques et techniques

T. Eng\*

L'AEN était l'un des organisateurs de la conférence internationale consacrée aux avancées politiques et progrès techniques du stockage en formations géologiques qui s'est tenue à Stockholm du 7 au 10 décembre 2003. Cette conférence se voulait le prolongement de la conférence internationale de Denver sur les dépôts géologiques qui avait été organisée en 1999 à l'initiative du ministre de l'Énergie des États-Unis. SKB (Svensk Kärnbränslehantering), la société suédoise de gestion du combustible et des déchets nucléaires, a accueilli la conférence, organisée en collaboration avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), la Commission européenne (CE) et la *International Association for Environmentally Safe Disposal of Radioactive Materials* (EDRAM).

Il s'agissait de dresser un bilan des progrès accomplis dans le monde depuis la conférence de Denver sur les activités entreprises pour aménager des dépôts géologiques. Les sujets abordés concernaient tant la politique que la technique et ont permis de présenter les perspectives actuelles dans plusieurs pays. Cette

\* M. Torsten Eng ([torsten.eng@oecd.org](mailto:torsten.eng@oecd.org)) travaille dans la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN.



Les décideurs présents à la conférence ont noté les progrès réalisés, entre autres, dans les domaines socio-politiques associés au stockage en formations géologiques.

conférence a été également l'occasion de fournir un forum de discussion pour aborder les travaux en cours et renforcer la collaboration internationale dans le domaine de la gestion des déchets et du stockage. Elle devait réunir des hauts responsables et des acteurs au niveau national, régional et local ainsi que des représentants des autorités de sûreté et des gestionnaires de déchets.

Près de 210 décideurs de haut niveau venus de 26 pays y ont participé. Le premier jour fut consacré aux stratégies/politiques en la matière. Lors de la séance d'ouverture, le directeur général de l'AIEA, Mohamed El Baradei et le directeur général de l'AEN, Luis Echavarrri ont présenté leur point de vue sur le stockage en formation géologique des déchets radioactifs ainsi que sur les politiques de gestion des déchets. Claes Årnstrand du ministère suédois de l'Industrie et du Commerce a prononcé l'allocution inaugurale.

Lors des deux séances plénières consacrées aux questions de politique générale, la parole a été donnée aux personnalités impliquées directement dans les mécanismes politiques mis en place pour traiter les défis technologiques. Les orateurs étaient des représentants éminents de l'Allemagne, de la Chine, de la Commission européenne, des États-Unis, de la Finlande, de la France, du Japon et de la Suède.

La deuxième journée, plus technique, était consacrée à des problèmes spécifiques posés par l'aménagement des dépôts. L'augmentation de la prise de conscience de la société et la nécessité de l'impliquer faisaient partie des sujets abordés. Les progrès des programmes de recherche, de développement technologique et de démonstration ainsi que l'importance de la sûreté et de la sécurité ont été mis en avant. En outre on a évoqué les outils et instruments actuels ou à l'étude pour faciliter la gestion des déchets.

### Messages stratégiques essentiels de la conférence

De la partie de la conférence consacrée aux politiques de stockage géologique, on peut tirer les conclusions suivantes :

- Lors d'un tour d'horizon des progrès accomplis depuis la conférence de Denver, les participants ont confirmé leur adhésion aux principes de sûreté et de gestion convenus dans des documents internationaux tels que les Fondements de la sûreté de l'AIEA et la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs.
- Il existe un consensus international sur la nécessité de trouver des solutions qui n'imposent pas une charge

trop lourde aux générations futures.

- La communauté internationale est d'accord sur le principe selon lequel c'est aux producteurs de déchets qu'il revient de fournir des moyens adéquats de les gérer.
- Le stockage dans des installations aménagées, ou dépôts, dans des formations géologiques adaptées est largement étudié dans le monde car considéré comme une solution satisfaisante.
- La technologie du stockage géologique ne cesse de progresser. Or, si de nouveaux progrès sont assurément possibles, on ne prévoit pas de percée majeure dans ce domaine, si bien que les spécialistes sont nombreux à penser que la technologie a atteint la maturité.
- Le stockage en dépôt géologique est jugé représenter un aboutissement de la gestion des déchets radioactifs qui répond de manière satisfaisante aux exigences de sécurité et de sûreté. Il n'exige pas nécessairement une surveillance, une maintenance ou des contrôles institutionnels sur de longues échéances et est considéré comme techniquement réalisable et acceptable du point de vue de l'éthique et de l'environnement de même que du droit international.
- Des avancées ont été enregistrées dans la façon de traiter les aspects socio-politiques du stockage géologique, dans la mesure notamment où les techniciens reconnaissent désormais qu'ils ont besoin de l'aide d'autres groupes sociaux non techniciens.
- La coopération sous l'égide d'organisations internationales comme l'AIEA et l'AEN contribue pour beaucoup à l'émergence d'une conception commune des problè-

mes importants et, de plus, garantit que les solutions trouvées bénéficieront de la caution internationale.

- Toutes les sociétés nationales peuvent tirer parti de la somme de savoirs techniques accumulés à l'échelle internationale, mais chacun devra ensuite intégrer ces connaissances dans le contexte national de la manière qui lui est propre.

### Problèmes techniques et sociaux particuliers

Au cours de la session consacrée à la sûreté et la sécurité à long terme, on a fait observer que, en 1999, le concept d'un dossier de sûreté à long terme pour le stockage des déchets radioactifs avait été lancé dans un rapport de l'AEN intitulé *Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories*. Ce concept a été repris par la communauté internationale et affiné. Depuis, quelques grandes études de sûreté ont été achevées et expertisées par des groupes internationaux de spécialistes. Depuis la publication de ce rapport en 1999, la garantie de la sécurité à long terme est elle-même passée au premier plan et joue aujourd'hui un rôle significatif dans les décisions concernant la gestion des déchets, y compris du stockage. De l'avis de certains participants à la conférence, plus qu'un sujet séparé, la sécurité est une dimension importante de la sûreté.

Les deux sessions sur la participation des parties prenantes témoignent du grand intérêt accordé à ce sujet ces dernières années. Des acteurs, institutionnels ou autres, ont fait le tour des préoccupations de la société, des questions de participation du public et des processus de décision, présentant ainsi un large éventail d'opinions. La première session a permis de prendre connaissance du point de vue des gestion-



Les organismes de gestion des déchets belges, britanniques et japonaises ont partagé leurs expériences en matière d'implication des parties prenantes dans la localisation des dépôts de déchets.

naires de déchets sur le sujet mais aussi de celui, plus vaste, des organisations internationales. Les exposés présentés s'inspiraient largement des travaux menés par le Forum de l'AEN sur la confiance des parties prenantes. Les activités de ce Forum s'appuient elles-mêmes sur les enseignements recueillis par les questionnaires de déchets, les autorités de sûreté, les acteurs locaux et régionaux, les ONG, les spécialistes des sciences humaines entre autres.

La seconde session sur la participation des parties prenantes a mis en évidence le rôle des décideurs au niveau municipal. Une large place a été faite à l'expérience et à la perception des communautés ou municipalités choisies pour recevoir un dépôt de déchets nucléaires. Les orateurs ont ainsi fait le tour des enseignements tirés mais aussi des problèmes rencontrés et ils ont décrit ce que serait un processus réussi de décision pour l'implantation d'une installation de gestion des déchets nucléaires. C'est ainsi que les autorités et les organismes de gestion des déchets doivent non seulement prodiguer au public l'information de base

nécessaire régulièrement et dans la transparence, mais être prêts à accepter des résultats de recherches qui aillent à l'encontre de ceux de leurs propres études et, de plus, à en tenir compte. D'ailleurs, pour les parties prenantes la présentation du dossier complet intégrant les aspects positifs comme négatifs d'un projet est considérée comme un élément fondamental du processus de décision.

Au cours de la séance consacrée aux instruments internationaux, des orateurs ont analysé le rôle et les conséquences des divers instruments adoptés récemment, tels que les exigences de sûreté et conventions de sûreté, qui ont des répercussions directes ou indirectes sur les dépôts de déchets et leur aménagement. On peut citer, la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, et les *Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste*. La nécessité d'adapter certains instruments internationaux anciens aux nouvelles applications techniques a aussi été abordée.

À propos de la contribution des programmes de recherche, de développement technologique et de démonstration en cours, on a fait valoir que les progrès significatifs de nos connaissances et de notre compréhension des processus et phénomènes en jeu lors du stockage des déchets radioactifs dans des dépôts géologiques sont en partie dûs aux observations sur le terrain et aux tests effectués dans les laboratoires de recherche souterrains. Les participants ont alors souligné l'importance de la coopération internationale pour les travaux de recherche/développement/démonstration, qui contribue à l'acquisition et au renforcement de la base de connaissances scientifiques et techniques indispensable au stockage géologique. Cette coopération internationale est particulièrement appréciée pour des recherches de portée générale, c'est-à-dire non spécifiques à un dépôt, ce qui est le cas des données thermodynamiques sur les espèces chimiques. Ces activités internationales complètent bien les travaux entrepris au niveau national.

Une nouvelle conférence sera probablement organisée dans trois à quatre ans dans le cadre d'une collaboration entre l'AIEA, l'AEN et une organisation hôte. L'AEN compte publier les actes de la conférence de Stockholm dans les mois qui viennent. ■



# L'utilisation réglementaire de l'autorisation en radioprotection

T. Lazo, S. Frullani \*

L'autorisation est le mécanisme par lequel les pouvoirs publics et les autorités de sûreté décident des contrôles ou conditions à imposer, le cas échéant, aux sources de radioactivité ou aux situations d'exposition aux rayonnements de façon à protéger convenablement le public, les travailleurs et l'environnement. Au fil du temps, ces derniers ont dû suivre diverses démarches d'autorisation suivant les circonstances. Avec la rédaction par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) de nouvelles recommandations, nous avons l'occasion aujourd'hui d'établir une démarche unique, simple et rationnelle d'autorisation réglementaire utilisable dans tous les cas.

Auparavant, la CIPR recommandait différentes démarches pour gérer les situations de radioprotection. Pour ce que l'on appelait les *pratiques*, les expositions étaient soumises à des *limites* et il s'agissait alors

d'*optimiser* la dose en deçà de ces limites. Pour les *interventions*, au contraire, on avait défini des *niveaux d'intervention*, au-delà desquels une action pouvait être considérée comme *justifiée*, et qui devait être *optimisée* en fonction de la dose que l'on était en mesure d'éviter par la contre-mesure envisagée. Au radon, dans l'habitat, on appliquait des *niveaux d'action*, au-delà desquels on pouvait recommander des mesures de protection. Toutes ces approches ont leur philosophie et leur logique propres, mais leurs différences, et notamment les critères numériques utilisés (limites, niveaux d'intervention et niveaux d'action, etc.) ont contribué à semer la confusion et l'incompréhension.

## Une nouvelle approche de la procédure d'autorisation réglementaire

La procédure proposée par le Comité de protection radio-

logique et de santé publique (CRPPH) de l'AEN s'appuie sur la nouvelle démarche de la CIPR qui consiste à systématiquement *optimiser* en dessous d'une *dose limite*. La procédure d'autorisation consiste alors à appliquer le même traitement à toutes les sources de rayonnements et situations d'exposition dans un premier temps. Ensuite, toutes les sources (qu'elles soient cosmiques ou terrestres, naturelles ou artificielles) et toutes les situations d'exposition (prévue, accidentelle ou de facto) sont étudiées, caractérisées et soumises à une première analyse. Les situations examinées recouvrent :

- celles que la CIPR appelait jadis *pratiques* et *interventions* ;
- toutes les expositions à la radioactivité naturelle, par exemple le radon, les substances naturellement radioactives, et l'exposition au rayonnement cosmique lors des voyages en avion ;
- l'exposition du public, des travailleurs et de l'environnement ;
- les expositions prolongées.

À l'issue de ces opérations de caractérisation et d'analyse, on s'apercevra que les contrôles réglementaires destinés à réduire

\* M. Ted Lazo (lazo@nea.fr) travaille dans la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN. M. Salvatore Frullani (salvatore.frullani@iss.infn.it) travaille à l'Institut Supérieur de la Santé en Italie. Il est membre du Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) de l'AEN.



Le suivi des niveaux de contamination fait partie de l'optimisation de la protection du public et des travailleurs.

la dose ne sont pas une solution adaptée à certaines sources et situations et doivent par conséquent être exclus (par exemple, le rayonnement cosmique à la surface de la terre). D'autres sources et situations d'exposition ne seront pas justifiées socialement et ne devront pas être autorisées (par exemple, l'introduction délibérée de substances radioactives dans les jouets). Pour la plupart des sources et situations pourtant, il faudra approfondir l'analyse avant de pouvoir décider des protections nécessaires. L'analyse réglementaire de ces cas inclura l'optimisation de la protection par la définition d'une limite de dose individuelle comme borne supérieure. Seront alors imposés des contrôles réglementaires en fonction, entre autres, du niveau de la dose résiduelle une fois la protection optimisée.

Outre l'examen de sources et situations d'exposition « nouvel-

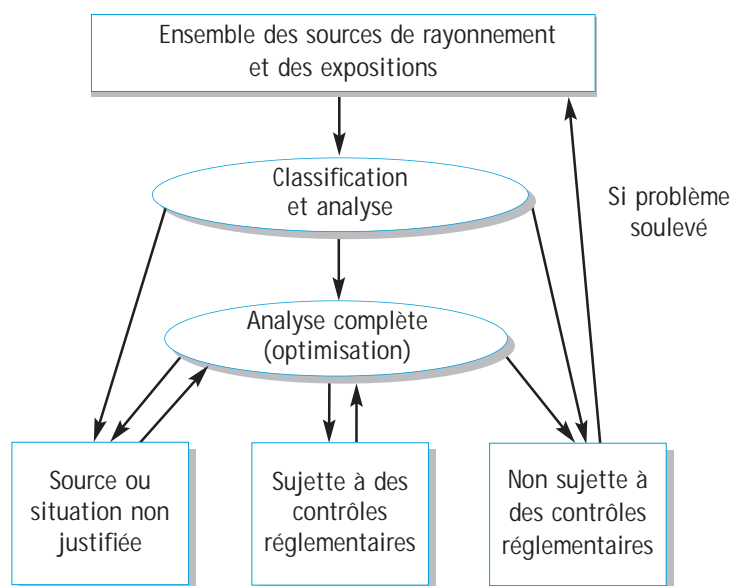
les », il faudra également revoir de temps à autre des décisions gouvernementales ou réglementaires antérieures, en raison d'un changement technologique et/ou de l'évolution des normes sociales. Ce pourrait être le cas des sources et situations d'exposition auparavant jugées injustifiées, mais aussi de celles, dont les mesures de protection ont été optimisées, et pour lesquelles des contrôles réglementaires ont été imposés. Cette réévaluation pourrait conduire à reconsidérer la justification de l'existence de la source ou du rayonnement de celle-ci ou encore entraîner une modification des contrôles réglementaires.

Enfin, il existe des sources et situations d'exposition considérées comme justifiées et pour lesquelles la protection optimale consistera à ne pas exiger de contrôles réglementaires. Dans ces situations, les expositions seront autorisées sans contrôle réglementaire de l'utilisateur, et

les matériaux pourront être rejetés librement. Ce sera le cas, par exemple, de l'utilisation de matières radioactives naturelles à l'état de traces dans des produits de consommation (par exemple : tritium dans les indicateurs des sorties de secours ou les montres, thorium dans les baguettes de soudage), du rejet de liquides ou de gaz contenant de faibles concentrations de radionucléides naturels ou artificiels (issus par exemple des centrales nucléaires, hôpitaux ou établissements de recherche) ou du rejet de matières solides ou liquides contenant des radionucléides naturels ou artificiels à de faibles concentrations (par exemple, les outils utilisés dans des zones contaminées, voire, dans certains pays, les gravats issus du démantèlement des installations). En général, la réglementation applicable à ces matériaux s'étend jusqu'à leur point de rejet, et les autorités de sûreté peuvent exiger des mesures environnementales et la modélisation des doses. Bien que les pouvoirs publics et les autorités de sûreté ne soient pas tentés de « contrôler de nouveau » ces matériaux, il n'est pas exclu, que l'on en tienne compte dans de futures décisions réglementaires, concernant d'autres sources et situations d'exposition, susceptibles d'exposer les populations concernées, à des doses supplémentaires.

La participation des diverses parties prenantes est essentielle à toutes les étapes de ce processus. Cela ne signifie pas cependant que, pour chaque décision gouvernementale concernant la radioprotection, il soit indispensable de lancer un vaste processus de consultation publique. Toutefois, sachant que l'acceptabilité d'une décision est un concept relatif et subjectif, il apparaît que toute partie prenante à une situation particulière devra être consultée, pour que la décision finale emporte l'adhésion de ceux sur

## Procédure réglementaire d'autorisation



qui elle rejailit. Souvent, les autorités de sûreté et l'exploitant seront les seuls concernés, parfois une consultation élargie du public s'imposera.

### Motifs du changement : simplicité, cohérence et transparence

L'intérêt et l'originalité de cette approche tiennent pour l'essentiel à deux choses. Tout d'abord, toutes les sources et situations d'exposition sont traitées de la même manière puisqu'on applique le principe d'optimisation en dessous d'une limite de dose prédéterminée. On obtient ainsi un système simple, cohérent et harmonieux, dans lequel, contrairement à ce qui se passait auparavant, il n'est pas nécessaire d'expliquer et de justifier pourquoi il est interdit de franchir certains « niveaux » réglementaires (les limites), alors que d'autres niveaux commandent de ne rien faire tant qu'ils ne sont pas dépassés (niveaux

d'action, niveaux d'intervention). Cette simple approche est d'application plus aisée et plus transparente. De plus, parce qu'elle ne fait pas de différence entre les situations, elle donne des pouvoirs publics et des autorités de sûreté une image positive et dynamique.

En second lieu, on s'est efforcé de ne pas utiliser une terminologie, telle que : *exclusion*, *exemption* et *autorisation*, autrefois jugée source de confusion. En se concentrant sur les seuls aspects procéduraux de la décision en radioprotection, cette démarche met l'accent sur le raisonnement qui sous-tend les décisions plutôt que sur des concepts spécifiques, à la définition étroite. Ceci constitue un facteur de simplification.

### Étapes de la procédure d'autorisation

La procédure d'autorisation peut se concevoir comme une série d'évaluations analytiques

conduisant à des décisions. Les décisions sont prises en fonction de divers critères et permettent de définir les mesures réglementaires qui s'imposent pour les substances radioactives, l'exposition ou la situation dans le contexte considéré. Le processus peut être itératif, et aussi détaillé ou, au contraire, schématique que nécessaire en fonction des risques considérés.

Toutes les sources de rayonnements et situations d'exposition connues sont analysées par les autorités de sûreté. Dans un premier temps, l'autorité de sûreté procède alors à la caractérisation et à une première analyse de chaque source ou situation d'exposition. La caractérisation sert à déterminer, si l'analyse doit être poussée plus loin, ou s'il est possible de prendre une décision immédiate. L'analyse de la source ou de la situation doit permettre à l'autorité de sûreté de décider s'il faut appliquer, ou non, un contrôle réglementaire.

Dans certains cas, l'autorité de sûreté procédera à une analyse complémentaire ou optimisation. Cette dernière porte sur les actions protectrices envisageables pour réduire les expositions. Il peut s'agir d'action portant sur l'exposition (par exemple : actions directement appliquées sur l'individu exposé ou action au long de la voie d'exposition) ou sur la source de l'exposition (protection à la source, réduction des débits de dose, etc). L'optimisation sert à s'assurer que les expositions résiduelles une fois les actions protectrices en place sont au niveau le plus bas que l'on puisse raisonnablement atteindre (ALARA). Après l'optimisation, plusieurs décisions sont possibles concernant les sources ou situations d'exposition considérées. Notamment, décider qu'une situation d'exposition n'est plus justifiée ou, inversement, qu'une situation auparavant injustifiée, peut être à présent.

Après l'analyse, certaines sources et situations d'exposition peuvent être assorties d'exigences réglementaires. Une approche graduée sera adoptée. Pour les sources peu importantes ou les situations à l'origine de faibles doses sans grand risque de surexposition accidentelle, une simple notification de « l'exploitant » à l'autorité de sûreté peut suffire. Pour les sources ou situations présentant un risque radiologique plus grand, des contrôles plus sévères peuvent s'imposer, y compris des procédures d'examen et d'autorisation en bonne et due forme, l'obligation de procéder à une modélisation du milieu et à des mesures dans l'environnement, ainsi qu'à des évaluations et/ou mesures dosimétriques individuelles.

À l'issue de ce processus, certaines sources ou situations d'expositions ne seront pas soumises à des contrôles réglementaires. Les cas peuvent

varier d'un pays à l'autre, mais on peut citer à titre d'exemple, la radioactivité naturelle des aliments et de l'eau potable, les matériaux solides produits lors du démantèlement et les détecteurs de fumée ou autres appareils, contenant des sources radioactives. Une fois l'autorisation accordée, les contrôles réglementaires ne peuvent plus en général avoir d'impact direct, sur ces sources ou situations d'exposition. Mais il ne faudrait pas en déduire que l'autorité de sûreté oublierait l'existence de ces expositions. À l'occasion de décisions ultérieures, dont pourrait dépendre l'exposition de populations déjà en présence de ces substances, l'autorité de sûreté prendra éventuellement en compte ces sources.

Pour terminer, il existe certaines sources et situations d'exposition qui ne seront pas soumises à un contrôle réglementaire et ne seront pas, en général, réévaluées. Toutefois, si l'on devait un jour « redécouvrir » des radionucléides relâchés sous forme solide, liquide ou gazeuse et attirer sur eux l'attention des autorités de sûreté, il faudrait éventuellement caractériser et analyser ces situations.

## Conclusions

Depuis que la CIPR a entrepris de rédiger ses nouvelles recommandations, il est clair que le changement n'est pas justifié par des découvertes récentes concernant les risques, mais plutôt par le besoin de simplifier, de rationaliser et d'unifier ces recommandations. C'est dans cet esprit, que le CRPPH propose de recourir à un seul et même processus réglementaire, pour interpréter et appliquer recommandations de la CIPR, quelles que soient les situations de radioprotection. Pour le CRPPH, cette démarche simplifiera non seulement le travail des pouvoirs

publics et des autorités de sûreté, mais elle donnera naissance à un système de protection radiologique, plus facile à mettre en œuvre, et à expliquer, donc mieux accepté et plus durable. ■

## Références

1. AEN (2003), *A New Approach to Authorisation in the Field of Radiological Protection : The Road Test Report*, OCDE/AEN, Paris.
2. AEN (2002), *Vers un nouveau système de protection radiologique : Rapport d'un Groupe d'experts*, OCDE/AEN, Paris.
3. AEN (2000), *Analyse critique du système de protection radiologique : Réflexions préliminaires du Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire*, OCDE/AEN, Paris.

## Actualités juridiques : Suisse

Le 21 mars 2003, l'Assemblée fédérale suisse a adopté la nouvelle Loi sur l'énergie nucléaire (LENu)\*. Elle est l'accomplissement d'un long processus qui avait été entamé dans les années 70, les travaux de révision ayant été interrompus à plusieurs reprises. Cette Loi abroge la Loi du 23 décembre 1959 sur l'énergie atomique ainsi que l'Arrêté fédéral du 6 octobre 1978 concernant cette même Loi ; ces deux textes servaient jusqu'à présent de cadre pour l'utilisation de l'énergie nucléaire en Suisse. Deux initiatives constitutionnelles pour l'abandon de l'énergie nucléaire « Moratoire plus » et « Sortir du nucléaire » avaient été déposées et ont donné lieu à une votation populaire le 18 mai 2003. La première initiative concernait la prolongation du moratoire dans la construction des centrales nucléaires alors que l'initiative « Sortir du nucléaire » proposait la désaffectation progressive des centrales nucléaires. Ces deux initiatives ont toutes deux été rejetées.

La nouvelle Loi, qui n'a pas été soumise à un référendum, fixe les conditions pour une utilisation sûre des installations nucléaires, améliore les possibilités de participation aux décisions des citoyens et comprend, entre autres, les lignes directrices pour la gestion des déchets nucléaires. Les principaux points de cette nouvelle Loi sont :

- Le maintien de l'énergie nucléaire en Suisse. En effet, la nouvelle Loi prévoit que

la construction des centrales nucléaires reste possible en Suisse pour autant qu'il soit fait appel aux technologies les plus récentes. Par ailleurs les autorisations d'exploiter les centrales nucléaires ne sont pas limitées dans le temps.

- La nécessité d'une autorisation générale pour toute nouvelle installation nucléaire (centrale nucléaire et dépôt de déchets radioactifs souterrains). Le canton d'implantation ainsi que les cantons et États situés à proximité immédiate de l'emplacement prévu seront associés à la préparation de l'autorisation générale ; cependant l'accord du canton d'implantation n'est pas requis. L'autorisation générale émanera du Parlement et sera soumise à référendum facultatif.
- La mise en place d'un moratoire pour le retraitement des déchets nucléaires. La Loi précise que le combustible nucléaire usé ne peut être exporté en vue de son retraitement pendant une période de dix ans à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2006. Durant ce laps de temps le combustible nucléaire usé devra être évacué en tant que déchet radioactif. Le moratoire peut être prolongé de dix ans par l'Assemblée fédérale qui a refusé l'interdiction immédiate du retraitement des déchets radioactifs. L'élimination des déchets radioactifs se base par ailleurs sur

un nouveau concept élaboré par un Groupe d'experts. Les déchets doivent être placés dans un dépôt en profondeur qui reste sous surveillance avec la garantie de pouvoir récupérer facilement les déchets. Une fois scellé, le dépôt passera sous la responsabilité de la Confédération.

- Enfin, un fonds de désaffectation assurera le financement de la désaffectation et du démantèlement des installations nucléaires mises hors service, et un second fonds assurera le financement de l'évacuation des déchets radioactifs. Ils devront garantir qu'après 40 années d'exploitation d'une installation nucléaire des fonds soient disponibles pour le financement des opérations de désaffectation et d'évacuation des déchets radioactifs.

Il est prévu que cette Loi entre en vigueur au mois de janvier 2005, d'importants travaux législatifs restant à accomplir. En effet, l'entrée en vigueur de la Loi est soumise à l'adoption d'une nouvelle Ordonnance sur l'énergie nucléaire (Ordonnance d'application). Cette dernière devrait être approuvée par le Conseil fédéral vers la fin de l'année 2004. Par ailleurs les ordonnances existantes (notamment en ce qui concerne la radioprotection) devront être modifiées.

\* Le texte de cette Loi a été reproduit dans le *Supplément au Bulletin de droit nucléaire* n° 72.

# Nouvelles publications



## Aspects économiques et techniques du cycle du combustible nucléaire

### Données sur l'énergie nucléaire – 2004

Bilingue – ISBN 92-64-01632-5 –  
Prix : € 21, US\$ 26, £ 15, ¥ 2 700.

Les *Données sur l'énergie nucléaire*, publiées tous les ans par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, présentent des statistiques essentielles sur l'énergie nucléaire dans les pays de l'OCDE, ainsi que des informations graphiques nouvelles par rapport aux éditions précédentes permettant une comparaison rapide entre la capacité et les besoins aux différentes étapes du cycle du combustible nucléaire. Cet ouvrage offre un aperçu complet et facile à consulter de la situation et des tendances dans le secteur électronucléaire, y compris le cycle du combustible. Il constitue une source de données de référence qui intéressera les décideurs, les experts et les chercheurs dans le domaine de l'énergie nucléaire.

### Gouvernement et énergie nucléaire

ISBN 92-64-01539-6 – Prix : € 21, US\$ 26, £ 15, ¥ 2 700.

L'objectif essentiel des politiques énergétiques des pays de l'OCDE est d'assurer la sécurité d'approvisionnement au meilleur coût tout en respectant l'environnement. Les moyens mis en œuvre pour atteindre sécurité d'approvisionnement et compétitivité dans le secteur électrique diffèrent d'un pays à l'autre. Certains gouvernements s'en remettent aux forces du marché alors que d'autres gardent la propriété de certains équipements et ont recours à des réglementations économiques strictes. Les objectifs environnementaux sont généralement poursuivis grâce à la réglementation et parfois, par exemple dans le cas des émissions de dioxyde de carbone des centrales électriques, en utilisant les mécanismes du marché. Cette publication examine les rôles et les responsabilités des gouvernements en matière d'énergie nucléaire dans le cadre des objectifs globaux des politiques énergétiques

nationales et étudie les instruments disponibles pour atteindre ces objectifs. Elle devrait intéresser, outre les décideurs du secteur public, les responsables industriels à haut niveau, les analystes de politiques énergétiques et les journalistes.

### Uranium 2003 : Ressources, production et demande

Un rapport établi conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et l'Agence internationale de l'énergie atomique

ISBN 92-64-01674-0 – Prix : € 85, US\$ 106, £ 59, ¥ 10 900.

Le « Livre rouge », établi conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et l'Agence internationale de l'énergie atomique, est un ouvrage de référence sur l'uranium faisant autorité au plan mondial. Cette édition, la 20<sup>ème</sup> de la série, présente les résultats d'un examen approfondi de l'offre et de la demande mondiales d'uranium au 1<sup>er</sup> janvier 2003. Des données statistiques officielles émanant de 43 pays ont étayé cet examen. *Uranium 2003 : Ressources, production et demande* offre un aperçu statistique de l'industrie mondiale de l'uranium dans les domaines de la prospection, de l'estimation des ressources, de la production et des besoins des centrales nucléaires. Cette édition contient d'importantes informations nouvelles provenant de tous les grands centres de production d'uranium d'Afrique, d'Australie, d'Europe orientale et d'Amérique du Nord, et comporte, pour la première fois, un rapport sur le Turkménistan. Sont également présentées des analyses effectuées par des experts internationaux ainsi que des projections de la puissance nucléaire installée et des besoins en uranium correspondants jusqu'en 2020.

# Sûreté et réglementation nucléaires

## Avis techniques du CSIN N° 3

### Événements récurrents

*ISBN 92-64-02156-6 – Gratuit : versions papier ou web.*

Le retour d'expérience des centrales nucléaires doit servir à éviter les événements importants pour la sûreté et leur répétition. Il existe aujourd'hui des systèmes bien établis de retour d'expérience aux niveaux national et international. Cette publication devrait intéresser les exploitants de centrales nucléaires aussi bien que les autorités de sûreté, les spécialistes du recueil et de l'analyse du retour d'expérience, les inspecteurs et le personnel des organismes d'appui technique.

## Avis techniques du CSIN N° 4

### L'évaluation probabiliste de la fiabilité humaine dans les centrales nucléaires

*ISBN 92-64-02158-2 – Gratuit : versions papier ou web.*

Cet avis technique représente l'opinion des analystes des risques des pays membres de l'AEN sur l'état actuel de l'analyse de la fiabilité humaine dans les études probabilistes de sûreté (EPS) des centrales nucléaires. Il s'agit d'offrir aux responsables nucléaires un point de vue technique clair sur la situation de l'analyse de la fiabilité humaine telle qu'elle est utilisée dans les EPS industrielles.

## Avis techniques du CSIN N° 5

### Gestion et réglementation des changements organisationnels dans les installations nucléaires

*ISBN 92-64-02070-5 – Gratuit : versions papier ou web.*

Toute erreur dans la conception ou la mise en œuvre des changements d'effectifs ou de structure et de systèmes organisationnels est susceptible de se répercuter sur la gestion de la sûreté. Dans ce contexte, le Comité de l'AEN sur la sûreté des installations nucléaires (CSIN) et son Groupe spécial sur les facteurs humains et organisationnels (SEGHOF) ont organisé un atelier international consacré à la gestion et la réglementation du changement organisationnel. Le présent avis technique analyse les conclusions de cet atelier et en dégage les facteurs que les autorités de sûreté pourraient espérer voir abordés par les exploitants dans le cadre des dispositifs qu'ils mettent en place pour gérer le changement organisationnel.

## Déclaration collective concernant la recherche sur la sûreté nucléaire

### Bonnes pratiques et critères d'arrêt

*ISBN 92-64-02150-7 – Gratuit : versions papier ou web.*

Chaque pays possède sa propre méthode pour fixer ses priorités de recherche en matière de sûreté nucléaire et ses critères spécifiques pour hiérarchiser ses programmes et projets, et éventuellement y mettre fin. La présente déclaration collective concerne les bonnes pratiques dans l'exécution des recherches en matière de sûreté nucléaire et met en lumière les conditions pouvant conduire à mettre un terme à une activité. Elle examine également les conséquences que pourrait entraîner une telle décision pour les autorités de sûreté et pour l'industrie, notamment les détriments éventuels en termes de moyens techniques, de compétences et d'installations de recherche.

## Déclaration collective concernant la recherche sur la sûreté nucléaire

### Moyens et compétences techniques au profit de l'efficacité et de l'efficacé du contrôle réglementaire des centrales nucléaires

*ISBN 92-64-02060-8 – Gratuit : versions papier ou web.*

Cette opinion collective expose l'intérêt pour la sûreté ainsi que pour l'efficacité et l'efficacé du contrôle réglementaire de préserver des moyens et des compétences techniques de recherche en sûreté. Elle pourra guider les pays membres de l'AEN dans leur réflexion sur les moyens et les compétences qu'il convient de sauvegarder et pour quelles raisons.

## Indicateurs directs de l'efficacé et de l'efficacé de la réglementation nucléaire

### Résultats du projet pilote

*ISBN 92-64-02062-4 – Gratuit : versions papier ou web.*

Le résultat escompté des activités nucléaires réglementaires est d'assurer que les installations nucléaires sont exploitées dans des conditions de sûreté qui préservent la santé et la sécurité du public et l'environnement. La responsabilité première d'une exploitation sûre incombe à l'exploitant ; cependant, l'action de l'autorité de sûreté contribue à la

réalisation de cet objectif. Un groupe de travail a été créé par le Comité de l'AEN sur les activités nucléaires réglementaires (CANR) afin de développer un ensemble d'indicateurs de performance directs de l'efficacité et de l'efficacité réglementaires. Ce

rapport décrit les résultats du projet pilote réalisé par le groupe afin de tester les indicateurs développés, formule quelques observations générales quant à l'utilité d'indicateurs individuels et fait des recommandations d'activités futures.

## Radioprotection

### Politique future en matière de protection radiologique

[Dialogue avec les parties prenantes sur les répercussions des propositions de la CIPR, Exposé de synthèse, Lanzarote, Espagne, 2-4 avril 2003](#)

*ISBN 92-64-02166-3 – Gratuit : versions papier ou web.*

À la fin des années 1990, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) s'est engagée dans l'élaboration de nouvelles recommandations, destinées à servir de lignes directrices pour les systèmes nationaux de protection radiologique. Les diverses parties prenantes procèdent maintenant à un examen minutieux de ces projets de recommandations pour y formuler des commentaires et suggérer des modifications. Le Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) de l'AEN joue un rôle actif dans ce processus. Le Comité œuvre en collaboration avec la CIPR, entre autres pour organiser des forums conjoints réunissant un large éventail de parties prenantes. Le premier, qui s'est tenu à Taormina (Italie) en 2002, a été principalement consacré à l'élaboration de principes généraux en matière de radioprotection de l'environnement. Les participants au second forum, tenu à Lanzarote (Espagne) en avril 2003, ont examiné les principes et les stratégies étayant les projets de recommandations de la CIPR pour un système de radioprotection. À l'évidence, la CIPR a bien noté à cette occasion les points de vues des différents acteurs, notamment les autorités de sûreté, les ministères chargés de la protection de l'environnement, le secteur de l'électronucléaire et les ONG. En témoigne le fait qu'elle a modifié ses propositions pour mieux prendre en compte les besoins et les desiderata des parties concernées. Le présent rapport tire les conclusions des débats, analysant les propositions de la CIPR, ainsi que les infléchissements et les modifications qui leur ont été apportés à la suite de la contribution des parties prenantes.

### Evolution of the System of Radiological Protection

[Asian Regional Conference, Tokyo, Japan, 24-25 October 2002](#)

*ISBN 92-64-02163-9 – Gratuit : versions papier ou web.*

The development of new radiological protection recommendations by the International Commission on Radiological Protection (ICRP) continues to be a strategically important undertaking, both nationally and internationally. With the growing recognition of the importance of stakeholder aspects in radiological protection decision making, regional and cultural aspects have also emerged as having potentially significant influence on how protection of the public, workers and the environment are viewed. Differing cultural aspects should therefore be considered by the ICRP in its development of new recommendations. Based on this assumption, the NEA organised the Asian Regional Conference on the Evolution of the System of Radiological Protection to express and explore views from the Far East. Held in Tokyo on 24-25 October 2002, the conference included presentations by the ICRP Chair as well as by radiological protection experts from Japan, the Republic of Korea, China and Australia. The distinct views and needs of these countries were discussed in the context of their regional and cultural heritages. These views, along with a summary of the conference results, are presented in these proceedings.

### Occupational Exposures at Nuclear Power Plants

[Twelfth Annual Report of the ISOE Programme, 2002](#)

*ISBN 92-64-02164-7 – Gratuit : versions papier ou web.*

The Information System on Occupational Exposure (ISOE) was created by the OECD Nuclear Energy Agency in 1992 to promote and co-ordinate international co-operative undertakings in the area of worker protection at nuclear power plants. The ISOE Programme provides experts in occupational radiation protection with a forum for communication and exchange of experience. The ISOE databases enable the analysis of occupational exposure data from the 465 commercial nuclear power plants participating in the Programme (representing some 90 per cent of the world's total operating commercial reactors). The Twelfth Annual Report of the ISOE Programme summarises achievements made during 2002 and compares annual occupational exposure data. Principal developments in ISOE participating countries are also described.



---

## Gestion des déchets radioactifs

### Gestion des échelles de temps dans l'évaluation de la sûreté en phase post-fermeture

#### Enseignements tirés de l'atelier d'avril 2002 à Paris, France

ISBN 92-64-02162-0 – Gratuit : versions papier ou web.

L'AEN a organisé en avril 2002 un atelier sur la « Gestion des échelles de temps dans le cadre de l'évaluation de sûreté en phase post-fermeture » de stockages de déchets radioactifs en formation géologique profonde. Ce rapport présente les principales leçons tirées de cet atelier et a pour but de faciliter la compréhension des questions liées à la gestion des échelles de temps dans un dossier de sûreté.

### Le contrôle réglementaire de la gestion des déchets radioactifs

#### Panorama de 15 pays membres de l'AEN

ISBN 92-64-10651-0 – Prix : € 50, US\$ 63, £ 35, ¥ 6 400.

Les autorités réglementaires comptent parmi les principales parties prenantes dans le processus de prise de décision concernant la gestion des déchets radioactifs. Le Comité de l'AEN de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) a reconnu qu'il est important d'échanger et de comparer les informations relatives aux pratiques réglementaires propres à chaque pays, mais aussi de disposer d'un réseau d'information informel pour y débattre de thèmes d'intérêt commun. Le Forum des régulateurs du RWMC figure parmi les milieux propices à de telles initiatives. Ce rapport décrit les premiers résultats des travaux du Forum. Il offre une synthèse de la situation dans 15 pays membres de l'AEN selon un format qui permet de trouver facilement certains aspects donnés et de comparer la situation de différents pays. Il présente des informations sur les

politiques nationales en matière de gestion des déchets radioactifs, les contextes institutionnels, les cadres législatifs et réglementaires, les orientations existantes, et les catégories et sources de déchets. Il fait également le point sur la gestion des déchets, les questions en suspens, ainsi que les programmes de R-D connexes.

### Safety of Disposal of Spent Fuel, HLW and Long-lived ILW in Switzerland

#### An international peer review of the post-closure radiological safety assessment for disposal in the Opalinus Clay of the Zürcher Weinland

ISBN 92-64-02063-2 – Gratuit : versions papier ou web.

Studies are under way in Switzerland to investigate various aspects of the geological disposal of radioactive waste. This report presents the results of the international peer review organised by the OECD Nuclear Energy Agency (NEA) on behalf of the Swiss Federal Office of Energy (BFE) of a post-closure radiological safety assessment prepared by Nagra for geological disposal of spent fuel (SF), vitrified high-level waste (HLW) and long-lived intermediate-level waste (ILW) within the Opalinus Clay of the Zürcher Weinland in northern Switzerland.

*Également disponible en allemand :*

#### Die Sicherheit der geologischen Tiefenlagerung von BE, HAA und LMA in der Schweiz

#### Eine internationale Expertenprüfung der radiologischen Langzeitsicherheitsanalyse der Tiefenlagerung im Opalinuston des Zürcher Weinlands

---

## Législation nucléaire

### Législation nucléaire en Europe centrale et orientale et dans les NEI

#### Panorama 2003

ISBN 92-64-01543-4 – Prix : € 48, US\$ 60, £ 33, ¥ 6 100.

Cette publication analyse la législation et la réglementation régissant les utilisations pacifiques de

l'énergie nucléaire en Europe de l'Est. Elle couvre 11 pays d'Europe centrale et orientale et 12 pays des Nouveaux États indépendants : Albanie, Arménie, Azerbaïdjan, Bélarus, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Estonie, Ex-République yougoslave de Macédoine, Fédération de Russie, Géorgie, Hongrie, Kazakhstan, Lettonie, Lituanie, Ouzbékistan, Pologne, République de Moldavie, République slovaque, République tchèque, Roumanie, Slovaquie, Ukraine.

Tous les chapitres ont été rédigés selon un plan uniforme destiné à faciliter la recherche et la comparaison des informations.

## Bulletin de droit nucléaire n° 72

Abonnement 2003 (2 numéros + suppléments) –  
ISSN 0304-3428 – Prix : € 80, US\$ 80, £ 50, ¥ 9 400.

Considéré comme l'ouvrage de référence en la matière, le *Bulletin de droit nucléaire* est une

publication internationale unique en son genre où juristes et universitaires peuvent trouver une information à jour sur l'évolution de ce droit. Publié deux fois par an en anglais et en français, il rend compte du développement des législations dans une soixantaine de pays du monde entier et tient le lecteur informé de la jurisprudence, des décisions administratives, des accords bilatéraux et internationaux, et des activités réglementaires des organisations internationales dans le domaine de l'énergie nucléaire.

---

# Sciences nucléaires et Banque de données

## Benchmark on the Three-dimensional VENUS-2 MOX Core Measurements

### Final Report

ISBN 92-64-02160-4 – Gratuit : versions papier ou web.

In order to validate the calculation methods and nuclear data used for the prediction of power in MOX-fuelled systems, the OECD Nuclear Energy Agency (NEA) has examined a series of theoretical physics benchmarks and multiple recycling issues of various MOX-fuelled systems. This has led to many improvements and clarifications in nuclear data libraries and calculation methods. The final validation requires linking those findings to data from experiments. Hence, the first experiment-based benchmarks using the VENUS-2 MOX core measurement data were undertaken in 1999. The two-dimensional benchmark was completed in 2000. A full three-dimensional benchmark using 3-D VENUS-2 MOX core experimental data was launched in 2001 for a more thorough investigation of the calculation methods. This report provides details of the comparative analysis of the 3-D calculation results against experimental data. Results obtained with the latest nuclear data libraries and various modern 3-D calculation methods are analysed. The report will be of particular interest to reactor physicists and nuclear engineers as well as to nuclear data evaluators.

## Chemical Thermodynamics of Americium

### Reprint of the 1995 Review

ISBN 92-64-02168-X – Gratuit : versions papier ou web.

The present volume is a reprint of the 1995 edition of *Chemical Thermodynamics of Americium*. As part of Phase II of the NEA Thermochemical Database Project (TDB), a new publication entitled *Update on the Chemical Thermodynamics of Uranium, Neptunium,*

*Plutonium, Americium and Technetium* was published by Elsevier in 2003. For americium (and for the topics dealt with in the 1995 Appendix on uranium), this Update contains a review of the literature published since the cut-off date for the literature reviewed in the 1995 edition cited above. As a consequence of this new TDB Review, some of the values selected in the earlier publication have been superseded while others have retained their validity. The 2003 Update is self-contained with respect to any new data selections, but the discussions leading to the retained selections can in most cases only be found in the 1995 publication. Since the latter is no longer available from its original publisher, the NEA is making the present reprint available to the scientific community.

## Chemical Thermodynamics of Uranium

### Reprint of the 1992 Review

ISBN 92-64-02167-1 – Gratuit : versions papier ou web.

The present volume is a reprint of the 1992 edition of *Chemical Thermodynamics of Uranium*. As part of Phase II of the NEA Thermochemical Database Project (TDB), a new publication entitled *Update on the Chemical Thermodynamics of Uranium, Neptunium, Plutonium, Americium and Technetium* was published by Elsevier in 2003. For uranium, this Update contains a review of the literature published since the cut-off date for the literature reviewed in the 1992 edition cited above. As a consequence of this new TDB Review, some of the values selected in the earlier publication have been superseded while others have retained their validity. The 2003 Update is self-contained with respect to any new data selections but the discussions leading to the retained selections can in most cases only be found in the 1992 publication. Since the latter is no longer available from its original publisher, the NEA is making the present reprint available to the scientific community.

## Nuclear Production of Hydrogen <sup>vo</sup> Second Information Exchange Meeting Argonne, Illinois, USA, 2-3 October 2003

ISBN 92-64-10770-3 – Prix : € 65, US\$ 81, £ 45, ¥ 8 300.

Hydrogen has the potential to play an important role as a sustainable and environmentally acceptable source of energy in the 21<sup>st</sup> century. Present methods for producing hydrogen are mainly based on the reforming of fossil fuels with subsequent release of greenhouse gases. To avoid producing greenhouse gases, the possibility to use heat and surplus electricity from nuclear power plants to produce hydrogen by water cracking is being investigated. This report presents the state of the art in the nuclear production of hydrogen and describes the scientific and technical challenges associated with it.

<sup>vo</sup> Existe en version anglaise seulement.

## Research and Development Needs for Current and Future Nuclear Systems <sup>vo</sup>

ISBN 92-64-02159-0 – Gratuit : versions papier ou web.

Research capability and technical expertise in the area of nuclear science are needed to maintain a high level of performance and safety of present nuclear installations, as well as to develop future-generation nuclear power programmes. The NEA Nuclear Science Committee (NSC) has completed a study on future research and development needs in specific areas of nuclear science, covering nuclear data; reactor physics and systems behaviour; and reactor fuels, materials and coolants. This report contains information on past and present international R&D activities conducted under the aegis of the NSC and on R&D needs for new nuclear systems in different NEA member countries. Recommendations for further work in the areas mentioned above are also given in the report. Possible follow-up actions to these recommendations will be considered by the NSC.

### Où acheter les publications de l'AEN

#### Extenza-Turpin Distribution Services Limited

Stratton Business Park, Pegasus Drive, Biggleswade, Bedfordshire, SG18 8Q8, Royaume-Uni  
Tél. : **OECD Customer Service: +44 (0) 1767 60496**  
Standard : +44 (0) 1767 604800  
Fax : +44 (0) 1767 601640  
E-mail : [books@extenza-turpin.com](mailto:books@extenza-turpin.com) ; [subscription@extenza-turpin.com](mailto:subscription@extenza-turpin.com)  
Site web : [www.extenza-turpin.com](http://www.extenza-turpin.com)

#### Extenza-Turpin North America

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

#### Commandes en ligne : [www.oecd.org/bookshop](http://www.oecd.org/bookshop)

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

**Paiement sécurisé par carte bancaire.**

### Où commander nos publications gratuites

#### Service des publications de l'AEN

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

**Rapports en ligne : [www.nea.fr](http://www.nea.fr)**

2004 World Directory of

# Nuclear Utility Management

Now on  
CD-ROM

*The sixteenth 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 2003 edition*
- *Now available: utility listings on CD-ROM*

**Sixteenth Edition - 2004**

World Directory of

## Nuclear Utility Management



By the Nuclear News staff

To place an order, please contact the American Nuclear Society,  
P.O. Box 97781, Chicago, IL 60678-7781  
phone: 708/579-8210, FAX: 708/579-8314  
E-MAIL: [scook@ans.org](mailto:scook@ans.org)

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

\$270 PRINT EDITION ONLY / \$825 PRINT EDITION WITH CD-ROM



Les Éditions de l'OCDE, 2 rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16  
IMPRIMÉ EN FRANCE  
(68 2004 01 2 P) – ISSN 1605-959X