ÉVALUATION DES DÉCHETS PROVENANT DES CHAÎNES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

À LA RECHERCHE D'UN TERRAIN COMMUN

ROGER SEITZ

Des évaluations de la sûreté des déchets radioactifs provenant de la chaîne du combustible nucléaire ont été réalisées régulièrement, faisant souvent l'objet d'un vif débat public. De telles évaluations, cependant, sont moins fréquentes pour l'évacuation des déchets non radioactifs, des déchets dangereux ou des déchets comprenant des concentrations élevées de matières radioactives résultant de l'exploitation des ressources naturelles. La logique de cette disparité n'est pas évidente, car nombre de ces déchets contiennent des substances qui, si elles ne sont pas correctement gérées, présentent des risques pour la santé des générations à venir.

Lorsque l'on compare les options énergétiques, il faut prendre en compte la sûreté de l'évacuation des déchets provenant des chaînes complètes de production d'électricité (extraction, traitement des combustibles, exploitation et déclassement des centrales). À cette fin, l'AIEA parraine, dans le cadre de son Programme global d'évaluation comparative des sources d'énergie, un projet d'information sur la sûreté des déchets provenant de différents systèmes énergétiques.

Ce projet a pour objectifs de fournir des informations sur les quantités, les caractéristiques et les pratiques d'évacuation associées aux chaînes du combustible et d'étudier des méthodes permettant d'évaluer et de comparer les effets sur la santé humaine et sur l'environnement. Un projet de recherche coordonnée (PRC) a été lancé dans le cadre des activités visant à fournir des données et des éléments d'expérience concrète permettant de résoudre d'importantes questions d'évaluation comparative.

Les déchets provenant des chaînes des combustibles nucléaire et non nucléaires comprennent des combinaisons de substances radioactives et non radioactives. C'est pourquoi il importe d'harmoniser les méthodes pour pouvoir évaluer *de façon uniforme* les effets potentiels des substances radioactives et non radioactives pouvant être placées dans différentes installations d'évacuation. Le présent article présente des informations sur les propositions actuelles visant à résoudre d'importantes questions liées à l'élaboration d'une méthode harmonisée d'évaluation des effets sur la santé humaine pouvant résulter de différentes pratiques d'évacuation de déchets. Le projet porte également, bien qu'ils ne soient pas évoqués ici, sur les effets écologiques et environnementaux (impacts sur la flore, la faune et l'utilisation des sols) et sur les effets des rejets provenant d'installations en fonctionnement.

Coopération internationale. Outre l'AIEA, plusieurs organisations internationales – y compris la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR), la Commission européenne, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) – étudient les problèmes que pose pour la santé et l'environnement l'évacuation des déchets radioactifs et/ou dangereux. L'apport de ces organisations est utilisé, au besoin, dans le cadre du projet de l'AIEA.

Dans le cas des substances radioactives, par exemple, les fonctions dose-réponse sont spécifiées par la CIPR et incorporées aux directives internationales de l'AIEA. Pour les substances non radioactives, les organisations internationales et les organismes nationaux de réglementation utilisent différentes méthodes et données pour calculer les fonctions dose-réponse.

M. Seitz est employé à la Division de la sûreté des rayonnements et des déchets de l'AIEA.

ÉLIMINATION DES DÉCHETS EN SURFACE

L'élimination de surface sans couverture est un système utilisé pour certaines catégories de déchets et qui procure une protection minimale à long terme. Les déchets liquides ou solides non stabilisés sont supposés être répartis sur le sol sans couverture ni structure ouvragée (un revêtement peut être envisagé en cas de lagunage). Cette méthode peut être adoptée délibérément ou peut résulter de l'érosion dans le temps du matériau de couverture et/ou de la dégradation des barrières ouvragées en cas de décharge à faible profondeur.

Photos: En haut, les déchets provenant d'installations de production d'énergie alimentées au mazout ou au gaz peuvent être éliminés à même le sol. En bas, vue aérienne d'un bassin provisoire de résidus de traitement de l'uranium, qui sera drainé et recouvert d'une barrière ouvragée multicouches lors de sa fermeture.

EXEMPLES DE MÉTHODES D'ÉVACUATION DES DÉCHETS SOLIDES PROVENANT DES CHAÎNES DU COMBUSTIBLE ÉNERGÉTIQUE*

	Évacuation au sol**	Évacuation à faible profondeur***	Évacuation dans les formations géologiques	Évacuation en mer
Nucléaire				
- radioactifs		■	■	
- non radioactifs		■	■	
Charbon/Lignite				
- radioactifs	■	■	■	
- non radioactifs	■	■	■	
Pétrole/Gaz naturel				
- radioactifs	■	■	■	■
- non radioactifs	■	■	■	■

* Inclut les déchets solides provenant des chaînes du combustible (non compris les déchets provenant des transports, de l'entretien, de la construction, etc.)
**Évacuation sans couverture.
***Inclut l'évacuation au sol (décharges couvertes, etc.) et l'évacuation à des profondeurs de quelques dizaines de mètres (toutes les installations à faible profondeur sont supposées prévoir la couverture des déchets).

Questions importantes. Différentes questions doivent être résolues pour évaluer de façon uniforme les effets liés à l'évacuation des déchets solides provenant de différentes chaînes de production d'électricité.

Deux de ces questions sont abordées dans le présent article.

La première a trait à l'élaboration d'une méthode souple permettant d'harmoniser les évaluations relatives à une grande variété de déchets, de pratiques d'évacuation et de problèmes environnementaux liés aux chaînes de production d'électricité *(voir encadré et photos ci-contre et pages 37 et 38)*. La seconde a trait à la nécessité d'une méthode permettant de comparer les

ÉVACUATION DES DÉCHETS AVEC COUVERTURE

La méthode d'évacuation à faible profondeur est un système qui offre différents niveaux de protection à long terme. Des déchets stabilisés (mortier ou bitume, par exemple) ou non sont enterrés près de la surface (au dessus ou en dessous de la nappe phréatique). Ils sont supposés être recouverts par du sol ou de la roche propre ou par d'autres couvertures ouvragées multicouches plus élaborées lors de la fermeture du site. Cette méthode peut aussi comprendre l'évacuation dans des conteneurs spécialisés et/ou des voûtes de béton.

Photos: En haut, site d'évacuation de déchets de niveaux inférieur et intermédiaire. On utilise des voûtes de béton ou des conteneurs, qui sont recouverts pour empêcher les fuites pendant les opérations d'évacuation. Lorsque le site d'évacuation est fermé, on ajoute une couverture ouvragée multicouches. En bas, site d'évacuation de cendres de charbon et de déchets miniers. Il n'existe aucune barrière ouvragée.

effets liés aux radionucléides et aux substances non radioactives.

DIFFÉRENCES ET ANALOGIES

La gestion des déchets provenant des chaînes de production d'électricité pose différents problèmes liés à la forme des déchets, aux installations d'évacuation et à l'environnement local *(voir Bulletin de l'AIEA, Vol. 38, n° 2, 1996).*

Les risques sanitaires liés à l'évacuation de tout type de déchet dépendent d'un ensemble de facteurs liés à ces différences, ce qui pose un difficile problème d'évaluation comparative. Ces facteurs sont notamment la quantité de déchets, la toxicité des concentrations de contaminants présents dans les déchets, la forme physique/chimique des déchets, la présence ou l'absence de barrières autour des déchets évacués, et la situation écologique et démographique des individus vivant à proximité du site d'évacuation.

Substances radioactives et non radioactives. De nombreux déchets provenant des chaînes de production d'électricité recèlent des substances radioactives et non radioactives. Les déchets provenant de la chaîne du combustible nucléaire, par exemple, peuvent receler, outre des radionucléides, des métaux toxiques et/ou des substances organiques dangereuses.

Dans les déchets liés aux chaînes de combustibles non nucléaires, les radionucléides proviennent souvent de matières radioactives naturelles qui sont extraites en même temps que le combustible ou d'autres matières premières et se concentrent dans les déchets. L'évaluation comparative serait donc facilitée si l'on pouvait évaluer en commun des substances radioactives et non radioactives. La résolution de cette question est le principal objectif des activités de recherche coordonnée menées dans le cadre du projet de l'Agence.

Analogies et différences. Bien que l'on ait souvent l'impression que les substances radioactives sont très différentes

ÉVACUATION DES DÉCHETS DANS DES FORMATIONS GÉOLOGIQUES PROFONDES

L'évacuation des déchets dans des formations géologiques profondes est un système qui assure une protection élevée à long terme. Les déchets stabilisés ou non sont placés dans des cavités creusées en profondeur et les déchets liquides/boueux sont injectés dans des formations géologiques à des profondeurs égales ou supérieures à plusieurs centaines de mètres. Ces méthodes peuvent inclure l'utilisation de barrières ouvragées telles que des voûtes de béton, de conteneurs de déchets ou de scellements spécialement conçus de puits ou de galeries.

Photos: En haut, évacuation de déchets de niveau inférieur et intermédiaire en roche cristalline. En bas, évacuation de déchets dangereux radioactifs et non radioactifs dans des formations salines.

des substances non radioactives, il existe en fait de nombreuses analogies *(voir encadré page 39).*

En termes de comportement dans l'environnement, certains radionucléides se caractérisent par leur persistance (carbone 14, iode 129, plutonium 239, radon 226 et thorium 232, par exemple) et nécessitent des pratiques d'évacuation qui soient efficaces sur de longues périodes de temps. Cela vaut également pour de nombreuses substances non radioactives (métaux qui ne se décomposent ou ne se dégradent pas, par exemple).

D'autres radionucléides et plusieurs substances non radioactives se décomposent sur une période de temps relativement courte (des radionucléides à courte période tels que le cobalt 60, le césium 137, le strontium 90 et certaines matières organiques dégradables, par exemple). Les risques liés à leur évacuation peuvent essentiellement être éliminés en les contrôlant jusqu'à ce qu'ils se décomposent ou se dégradent à des niveaux ne présentant aucun danger.

En termes d'effets sanitaires, les radionucléides et plusieurs substances non radioactives sont connues pour être des cancérogènes génotoxiques. Leurs effets sanitaires peuvent donc être modélisés de façon analogue. L'étude de ces analogies est une étape importante de l'harmonisation de l'évaluation des déchets comportant des substances radioactives et non radioactives. Certaines différences existant entre les substances radioactives et non radioactives posent des difficultés pour l'élaboration d'une méthode d'évaluation harmonisée.

L'un des problèmes les plus difficiles a trait aux différences d'effet sanitaire pouvant résulter de l'exposition à différentes substances. La formation de cancers est un effet redouté des radionucléides et de nombreuses substances non radioactives.

L'exposition à des substances non radioactives présentes dans les déchets provenant des chaînes de production d'électricité peut cependant produire d'autres effets (insuffisance rénale, atteintes cérébrales, perturbation de l'appareil reproducteur). Les effets génotoxiques tels que les cancers sont généralement traités différemment des autres types d'effet. Ces deux catégories d'effet peuvent être qualifiés d'effets sans seuil et d'effet à seuil.

Par hypothèse, on applique généralement aux cancérogènes

SUBSTANCES PRÉSENTANT DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT

	Substances radioactives	Substances non radioactives
Présentes naturellement dans la terre	uranium 238, thorium 232 et produits de filiation (par ex. radium 226)	arsenic, cadmium, chrome, nickel
Substances persistantes*	plutonium 239, iode 129, carbone 14 (déchets d'installations nucléaires) radium 226, thorium 232 (déchets de matières radioactives naturellement présentes dans l'environnement)	arsenic, cadmium, chrome, mercure, nickel, PCB
Substances à courte période**	cobalt 60, césium 137, strontium 90	benzène, toluène, chlorure de vinyle
Transformation en substances présentant des risques plus importants	plutonium 241 > neptunium 237 radium 226 > radon 222, bismuth 214 et plomb 210	Arsenic ou mercure inorganiques convertis en formes méthylées par des bactéries Oxydation du benzo[a]pyrène

*nécessitent un confinement plus long si les concentrations sont élevées
**nécessitent un confinement jusqu'à ce que la désintégration/dégradation atteigne des niveaux acceptables

génotoxiques un modèle linéaire sans seuil. Selon ce modèle, il existe une probabilité croissante de cancer à mesure que la dose augmente (c'est-à-dire que toute dose comporte une probabilité d'entraîner un cancer, probabilité certes très faible en présence de faibles doses).

Tous les radionucléides et de nombreuses substances non radioactives (arsenic, benzène, nickel) sont supposés être des cancérogènes génotoxiques. Dans les deux cas, on utilise des fonctions dose-réponse spécifiques à certaines substances pour convertir un niveau d'exposition donné en risque de cancer.

On utilise généralement, pour déterminer les fonctions dose-réponse, des données épidémiologiques d'exposition humaine et/ou des données d'études de laboratoire réalisées sur des animaux.

Dans les deux cas, les fonctions dose-réponse sont calculées à partir d'observations réalisées à des doses relativement élevées. On rapporte ensuite ces valeurs, suivant l'hypothèse linéaire sans seuil, aux faibles doses liées aux rejets potentiels provenant des installations d'évacuation des déchets.

Pour les effets à seuil, les faits montrent qu'il existe une dose ou un niveau d'exposition en dessous duquel aucun effet ne survient. Différentes organisations utilisent différentes terminologies pour représenter ces doses ou expositions seuils. Le calcul des valeurs seuils réglementaires n'est pas normalisé entre les différentes organisations réalisant des évaluations.

VERS UNE MÉTHODE HARMONISÉE

Les deux importants problèmes recensés à ce point avaient trait 1) à la nécessité de disposer d'une méthode harmonisée permettant d'évaluer une grande diversité de déchets et de pratiques d'évacuation, et 2) à l'opportunité d'une méthode permettant de comparer sur une base commune les effets des radionucléides et des substances non radioactives. Plusieurs méthodes sont envisagées pour surmonter ces difficultés.

Mise au point de pratiques d'évacuation et de biosphères de référence. Les déchets provenant des chaînes de production d'électricité peuvent être liquides ou solides. Ils peuvent également être solidifiés dans des matrices solides et placés dans différents types de conteneurs. En outre, les déchets peuvent être entourés ou non de barrières artificielles et placés sur le sol sans couverture ou avec couverture, à faible profondeur ou en formations géologiques.

Comme nous l'avons vu précédemment, chacun de ces facteurs peut influer sur les effets sanitaires et environnementaux que peut produire un concept donné d'évacuation. L'AIEA met au point, parallèlement à des pratiques ou plans types, un ensemble de catégories de déchets et de méthodes d'évacuation de référence devant faciliter la réalisation d'évaluations harmonisées. Pour conférer davantage de cohérence aux évaluations de différentes pratiques d'évacuation des déchets, les voies de transport et scénarios d'exposition

correspondants sont recensés pour chaque combinaison de forme de déchets et de pratique de référence.

Trois pratiques de référence ont été proposées: évacuation en surface (sans couverture); évacuation à faible profondeur; et évacuation en formations géologiques. Ces catégories doivent être distinguées car, par exemple, les voies de transport potentielles (air, eaux souterraines, eaux de surface, etc.) et les scénarios d'exposition (eau d'alimentation, aliments contaminés, contact direct avec les déchets, etc.) à étudier pour un déchet donné sont étroitement liés au type d'installation d'évacuation. L'inhalation ou l'ingestion, par exemple, de particules présentes (en suspension) dans l'air, le transport direct de contaminants dans les déchets par les eaux de surface, le transport de déchets par l'érosion et l'ingestion directe de déchets (ingestion de sols) ne valent que pour des déchets non couverts placés en surface.

Dans chacune de ces trois catégories, il existe plusieurs formes différentes de déchets et/ou de barrières artificielles. Il peut s'agir de couvertures et d'autres barrières, qui peuvent influer sur les voies de transport et sur les scénarios d'exposition devant être étudiés dans un cas donné.

L'enrobage, par exemple, de déchets dans un conteneur injecté de béton et le placement de ce conteneur sous une voûte de béton limiteraient considérablement, pour ne pas dire empêcherait tout rejet de contaminants pendant la durée de vie effective du conteneur. De même, tout contact direct avec les déchets serait impossible tant que les barrières de béton sont intactes, même en cas d'érosion de la couverture. C'est pourquoi il faut, dans le cadre proposé, préciser les voies de transport et les scénarios d'exposition aussi bien en ce qui concerne les formes de déchets que les pratiques d'évacuation.

L'élément final du cadre harmonisé est la mise au point de biosphères de référence devant être utilisées pour les évaluations. Les propositions actuelles tendent notamment à mettre au point des biosphères de référence multiples représentant différents climats (tropical, tempéré) et différentes caractéristiques et habitudes humaines (inspirées essentiellement des recommandations de la CIPR, mais également d'autres facteurs éventuels tenant compte de certaines spécificités culturelles).

Un ensemble limité de biosphères de référence devrait offrir suffisamment de choix pour représenter les conditions de vie de différentes cultures ainsi que différents climats. Les résultats par pays d'essais menés dans le cadre du projet de l'AIEA seront utilisés conjointement aux résultats de projets antérieurs de l'AIEA (BIOMOVS et BIOMASS) afin de mettre au point des biosphères de référence utilisables dans le cadre d'évaluations comparatives.

En règle générale, le cadre harmonisé doit permettre de distinguer les avantages de différents niveaux de confinement ou d'isolation des déchets, ce qui revêt une importance critique dans le contexte d'une évaluation comparative. Le cadre conférera également un certain niveau d'homogénéité aux hypothèses retenues en ce qui concerne les voies de transport et les scénarios d'exposition. Il s'agit là d'un aspect important, sachant que de nombreux analystes différents établiront des comparaisons.

Une base commune de comparaison des effets sanitaires. Comme nous l'avons vu, les effets sanitaires peuvent être classés en deux catégories générales (effets à seuil et effets sans seuil). Les effets sans seuil devront être étudiés pour les radionucléides et les effets aussi bien à seuil que sans seuil devront être étudiés (en fonction de la substance) pour les substances non radioactives présentes dans les rejets provenant des déchets provenant des chaînes de production d'électricité.

La première étape consiste à rechercher une méthode générale permettant de comparer sur une base commune les effets sans seuil pour les radionucléides et les substances non radioactives. Ensuite, il faut rechercher une méthode permettant de comparer ces effets sans seuil aux effets à seuil résultant de l'exposition à certaines substances non radioactives. Des essais menés actuellement dans le cadre de projets de recherche coordonnée de l'AIEA visent à acquérir une expérience pratique de l'application de différentes méthodes de comparaison à divers déchets.

Les radionucléides et les substances non radioactives sont considérés comme étant des cancérogènes génotoxiques tous deux supposés avoir, en matière de risque de cancer, une fonction dose-réponse suivant le modèle linéaire sans seuil. A première vue, il semble possible d'établir une comparaison directe des effets sanitaires en comparant simplement les risques de cancer.

Si l'on adopte cette méthode, cependant, il faut tenir compte du fait que la base des fonctions dose-réponse pour les radionucléides et les substances non radioactives peut être

CONCLUSIONS DU PROJET

Les travaux menés à ce jour dans le cadre du projet de l'AIEA consacré aux déchets ont donné plusieurs résultats intéressants. Deux de ces résultats sont décrits ici. Ils montrent que si souvent, on ne réalise pas d'évaluations détaillées, les risques liés à l'évacuation des déchets des chaînes de combustible non nucléaire justifient pleinement qu'on les examine attentivement.

Les déchets de différentes chaînes de combustible contenant des concentrations élevées de matières radioactives naturelles n'ont généralement pas été évalués site par site pour déterminer les risques liés à leur évacuation *(on trouvera une description de ces déchets dans le Bulletin de l'AIEA, Vol. 38, N° 2, 1996)*. Un calcul relativement simple, cependant, montre que nombre de ces déchets sont capables d'émettre des doses dépassant les limites fixées par la CIPR.

Le graphique illustre le résultat d'un calcul de la dose de rayonnement reçue par une personne vivant dans une zone où sont présents des déchets contenant des matières radioactives naturelles, qui ont été répandus sur le sol dans le cadre d'activités antérieures menées sur un site. Les résultats montrent qu'une concentration de 1 Bq/g de thorium 232 ou de radium 22 (les produits de filiation atteignent l'équilibre dans le temps) dans 15 centimètres de sol entraîne des doses dépassant 1 mSv/an (limite de bonne pratique du CIPR) par la seule voie d'exposition externe (une évaluation complète devra également prendre en compte les expositions par inhalation de radon et par ingestion). Ils incitent à penser que les risques liés aux déchets contenant des concentrations élevées de matières radioactives naturelles devraient faire l'objet d'une évaluation attentive avant que ne soient prises des décisions quant aux pratiques de gestion acceptables.

S'agissant des risques non radioactifs, une étude intéressante a été menée pour la Commission européenne. Elle montre comment des techniques fréquemment utilisées pour étudier les déchets radioactifs ont été utilisées pour évaluer les risques liés aux substances non radioactives présentes dans les déchets. Dans le cadre de cette étude, on a utilisé divers calculs pour fixer un ensemble de "limites" aux concentrations de substances non radioactives dans les déchets de déclassement de centrales nucléaires qui pourraient être évacués, par exemple, sous des voûtes de béton. Il ressort de l'étude, compte tenu de ces "limites", qu'en raison de la concentration de contaminants non radioactifs présentes dans l'acier de déclassement, il serait peut-être souhaitable d'évacuer ce dernier dans des formations géologiques. À titre de comparaison, les "limites" établies à partir de l'étude de la Commission ont été comparées aux concentrations de substances non radioactives présentes dans des déchets provenant d'autres types d'installations de production d'électricité recensées au cours du projet (*voir tableau*). Il découle de la logique de l'étude qu'une voûte de béton peut ne pas offrir une isolation satisfaisante pour certaines cendres de charbon et d'autres déchets fréquents des chaînes de combustible. Actuellement, les cendres de charbon et les autres déchets sont généralement évacués sans barrière supplémentaire constituée par une voûte de béton. Dans ce cas, les limites pourraient être plus restrictives que celles calculées, dans l'étude de la Commission, pour une installation comportant des voûtes de béton.

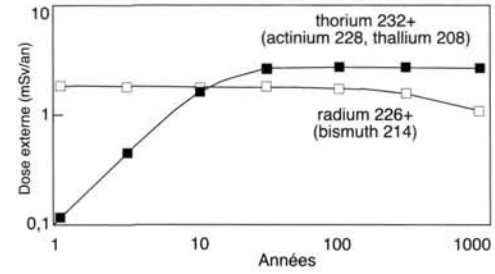
On voit donc que les risques liés à l'évacuation de déchets non radioactifs méritent d'être pris en considération dans toute évaluation comparative. On voit en outre qu'il convient d'être prudent lorsqu'on tire des conclusions de calculs préliminaires relatifs à des installations d'évacuation de déchets. Globalement, l'exemple ci-dessus souligne la nécessité de mener, avant de tirer quelque conclusion que ce soit concernant la sûreté d'une pratique donnée d'évacuation des déchets, des études qui soient spécifiques à un site, à une installation et à un type de déchets.

CONCENTRATIONS COMPARATIVES DE SUBSTANCES DANS LES DÉCHETS DES CHAÎNES DE COMBUSTIBLE

Matière	**Exemples de concentrations** (mg/kg)		
	Chrome	**Mercure**	**Nickel**
Cendres/laitier de charbon	1 - 200	non notifiée	50 - 300
Boues d'eaux de rinçage CE	<1 - 10000	0,1 - 3	28 – 20000
Boues DGC	3 - 210	<1 - 70	20 - 240
Acier déclassement CN	3000	non notifiée	2000
Cendres/laitier DSM	200 - 2300	50	50 - 180
Boues de raffineries	10 - 5080	2,1 - 4	40 - 2000
"Limites"*	70	5	1000

*Concentrations limites pour l'évacuation à faible profondeur des déchets calculées dans le rapport "Application des procédures et critères d'évacuation élaborés pour les conteneurs de déchets nucléaires aux cas présentant une toxicité chimique", Little et al., EUR 16745 EN, Commission européenne (1996).
Notes: CE = centrale électrique; CN = centrale nucléaire; DGC = désulfuration des gaz de combustion; DSM = déchets solides municipaux

EXEMPLES DE DOSES DE RAYONNEMENTS EXTERNES PROVENANT DE MATIÈRES RADIOACTIVES NATURELLES



différente. Les différences peuvent notamment provenir des différentes méthodes utilisées pour rapporter des effets observés à des doses élevées à des doses inférieures, qui sont plus fréquentes dans le cas de l'évacuation des déchets.

Il est plus difficile, en revanche, de définir une méthode permettant de comparer des effets sans seuil et à seuil.

Une proposition consiste à comparer une dose seuil à une dose présentant un risque précis de cancer. On part alors du principe qu'il existe un niveau de risque de cancer équivalant à une dose seuil.

L'avantage de cette méthode est qu'elle permet une comparaison relativement directe.

Elle présente aussi, cependant, quelques inconvénients. Elle oblige, par exemple, à s'interroger sur la valeur de risque de cancer devant être directement comparée à un seuil. Elle revient également à comparer des données observées de façon expérimentale (pour les effets à seuil) à des risques de cancer rapportés, dans certains cas, de doses nettement plus élevées auxquelles des effets ont effectivement été observés.

Deux autres catégories générales de méthodes de comparaison sont également envisagées. Ces méthodes sont dites fondées sur la "marge de protection" et sur la "marge d'exposition".

La première consiste à comparer, pour une substance, la dose prévue à un critère spécifique fixé par une organisation internationale ou par un organisme national de réglementation. C'est là une méthode relativement simple de comparaison.

L'un des inconvénients de cette méthode est que les comparaisons ne reposent pas toujours sur des considérations d'ordre sanitaire. Cela s'explique par le fait que dans une structure réglementaire, les critères appliqués aux substances peuvent se fonder, par exemple, sur des facteurs esthétiques, économiques ou autres plutôt que strictement sanitaires.

Le second type de méthode consiste à comparer des expositions prévues aux expositions réelles observées dans l'environnement quotidien ou aux niveaux auxquels des effets sanitaires réels ont été observés.

L'avantage est que la comparaison s'effectue par rapport à des expositions réelles ou à des effets sanitaires réels plutôt que par rapport à des critères calculés.

L'exposition prévue, par exemple, à l'arsenic ou aux rayonnements émis par un déchet évacué serait comparée à l'exposition escomptée à l'arsenic ou à la radioactivité présents dans l'environnement. De même, d'un point de vue plus spécifiquement sanitaire, les expositions prévues pourraient être comparées aux expositions ayant entraîné des effets sanitaires observés. On peut ainsi éviter de fonder des décisions sur le calcul, à partir de données observées à des doses élevées, d'effets supposés survenir à des doses plus faibles.

Cette méthode présente plusieurs inconvénients. Elle présuppose de façon implicite que, dans le premier cas, les niveaux naturels d'exposition sont acceptables et, dans le second, que les doses ne sont signifiantes qu'à des niveaux auxquels des effets ont été observés (ce point prêterait particulièrement à controverse dans le cas des cancérogènes génotoxiques).

FUTURES ORIENTATIONS

Les activités soutenues par l'AIEA ont permis de mettre au point un ensemble de méthodes d'évacuation et de formes de déchets de référence. Cet ensemble s'accompagne de propositions concernant les voies de transport et les scénarios d'exposition qui doivent être pris en compte dans chaque cas. Des travaux ont également commencé concernant la mise au point d'un ensemble de biosphères de référence tenant compte des climats et des conditions de vie des différentes régions du monde.

Les futures activités viseront à mieux définir les installations d'évacuation de référence et à faciliter le choix des voies de transport et des scénarios d'exposition grâce à des calculs types. On utilisera les résultats de calculs d'essai par pays réalisés dans le cadre d'un projet de recherche coordonnée de l'AIEA, conjointement aux résultats de deux projets précédents. Ces informations aideront à mettre au point les biosphères de référence destinées aux évaluations comparatives.

Les calculs réalisés pour le projet de recherche coordonnée offriront également des exemples précis prouvant l'utilité de disposer de différentes méthodes pour calculer et comparer les effets sanitaires des combinaisons de substances radioactives et non radioactives.

Ces résultats constitueront des éléments déterminants des propositions concernant les méthodes à utiliser pour l'évaluation comparative des risques. Des groupes d'experts évaluent également les méthodes permettant de réaliser ces calculs et certaines propositions découlant d'activités liés aussi bien à ce projet qu'à divers autres. ❑