

L'interface entre les garanties nucléaires et l'évacuation des déchets radioactifs: problèmes nouveaux

Des experts étudient les conditions et les directives nécessaires à l'application des garanties aux dépôts de déchets dans des formations géologiques et autres lieux

par Gordon
Linsley et
Abdul Fattah

Un certain nombre de questions se posent lorsqu'il s'agit d'appliquer des mesures de contrôle à des déchets radioactifs, en particulier au stade de leur évacuation.

Le principal souci, au niveau de la gestion des déchets, est d'éviter que les garanties ne perturbent les dispositions prises en vue de la sûreté à long terme des déchets radioactifs, y compris le combustible épuisé, déposé dans des formations géologiques. L'obligation d'imposer des garanties à certaines matières nucléaires vaut pour tout le cycle du combustible jusqu'au moment où les matières peuvent être considérées comme des déchets, du point de vue économique. Or, des garanties doivent continuer de s'appliquer à des matières qui demeurent candidates au détournement ou à des usages non déclarés et non pacifiques. C'est à cet égard que la nécessité de maintenir les garanties en vigueur peut contrarier les dispositions à prendre pour s'assurer que les déchets sont gérés et évacués dans des conditions de sûreté à long terme.

En 1992, les problèmes que soulève l'interface entre les garanties et la gestion des déchets radioactifs ont été discutés lors d'une réunion du sous-groupe permanent du Comité consultatif international pour la gestion des déchets (INWAC), sous-

groupe qui s'occupe des principes et des critères de l'évacuation des déchets radioactifs. Il ressortait de ce débat que l'ensemble des problèmes qui sous-tendent la nécessité d'appliquer des garanties ne sont pas bien compris des responsables de la gestion des déchets radioactifs. Le sous-groupe a demandé que l'on prépare un document de travail qui étudierait la position actuelle des garanties à l'égard des déchets radioactifs, y compris le combustible épuisé, sous l'angle de la gestion de ces déchets. Nous reprenons ici ce mémoire*, qui devrait être considéré comme un apport au dialogue entre les services de gestion des déchets radioactifs et les responsables de l'application des garanties.

Politique des garanties concernant les déchets radioactifs et le combustible épuisé

Depuis quelques années, le Département des garanties de l'AIEA cherche à définir une politique à l'égard des déchets radioactifs et du combustible épuisé. Le fond du problème consiste à déterminer à quelles conditions les garanties peuvent être levées, ou s'il faut les maintenir en vigueur indéfiniment. Les documents de l'Agence INFCIRC/66/Rev.2 et INFCIRC/153 spécifient que les garanties peuvent être levées lorsque l'AIEA établit que les matières ont été consommées ou diluées à tel point qu'elles ne peuvent plus servir à aucune activité nucléaire ou sont devenues pratiquement irrécupérables. (A noter que certains organismes régionaux, tel EURATOM,

M. Linsley est membre de la Division du cycle du combustible nucléaire et de la gestion des déchets, Département de l'énergie et de la sûreté nucléaires (AIEA), et M. Fattah est membre de la Division des concepts et de la planification, Département des garanties. Le présent article reprend un mémoire («The Interface between Nuclear Safeguards and Radioactive Waste Disposal») présenté à un colloque international de l'AIEA sur les garanties, en mars 1994. S'adresser aux auteurs pour tout complément d'information.

* Le groupe de travail était composé de MM. D. Gentsch (Allemagne), F. Gera (Italie), S. Wingefors (Suède), et G. Linsley et A. Fattah (AIEA).

ne permettent aucunement la levée des garanties.) On a fait observer qu'il conviendrait de définir techniquement avec plus de précision les notions de «consommées», «diluées» ou «pratiquement irrécupérables» appliquées à des matières du cycle du combustible nucléaire.

En 1988, un groupe consultatif a été réuni pour étudier la question de l'application des garanties à des matières nucléaires contenues dans des déchets et dans le combustible épuisé définitivement évacués.

Il recommanda à l'AIEA de chercher à définir, en consultation avec ses Etats Membres, des critères spécifiques pour la levée des garanties appliquées à des déchets autres que le combustible épuisé. Les critères permettant de déterminer le caractère «pratiquement irrécupérable» devraient inclure le type des déchets, la composition en matières nucléaires, la forme chimique et physique, et une indication qualitative (par exemple la présence ou l'absence de produits de fission). Les quantités, les paramètres techniques spécifiques de l'installation, et la méthode d'évacuation proposée devraient également être pris en considération.

Pour ce qui est du combustible épuisé, le groupe a conclu que l'on ne saurait le considérer comme pratiquement irrécupérable à aucun moment avant ou après sa mise en place dans une formation géologique communément dénommée «dépôt permanent» et que les garanties ne devraient donc pas être levées en ce qui le concerne. Depuis lors, le Département des garanties n'a cessé de chercher à définir les critères de la levée des garanties appliquées aux déchets tout en continuant d'étudier des modalités d'application des garanties au combustible épuisé placé dans des dépôts en formation géologique.

Principes de la gestion des déchets radioactifs

Le but essentiel est de concevoir des systèmes de manutention, de traitement et d'évacuation des déchets radioactifs qui assurent la protection de l'être humain dans le présent et dans l'avenir. Le souci de l'avenir est dû à la présence de composants radioactifs de longue période dans certains types de déchets, notamment ceux de haute activité, et dans le combustible nucléaire épuisé.

Cette préoccupation a amené l'Agence à formuler notamment les principes ci-après:

«Les déchets radioactifs doivent être gérés de telle manière que l'impact prévu sur la santé des générations futures n'excède pas les niveaux acceptables aujourd'hui». Ce principe découle d'une considération d'éthique quant à la santé des générations futures. Il faut, dans ce cas, que les déchets soient isolés de l'environnement humain pendant de très longues périodes et que, dans la mesure où il n'est pas possible d'assurer indéfiniment un confinement absolu, l'on s'efforce au moins d'éviter que les radionucléides n'aient un impact significatif lors-

qu'ils pénètrent dans l'environnement. Lorsque le dépôt a eu lieu dans une formation géologique profonde, l'isolement est assuré par un ensemble de barrières qui entourent les déchets, les unes artificielles (le conteneur, les matériaux de remblayage), les autres naturelles (la géosphère, la biosphère).

Ajoutons cet autre principe:

«Les déchets radioactifs doivent être gérés de manière à limiter la charge pour les générations futures». Le fondement éthique de ce principe est que la génération qui produit les déchets doit assumer la responsabilité de leur gestion. Ainsi, la génération actuelle se doit de mettre au point la technologie nécessaire, d'exploiter les installations et de financer la gestion des déchets, ce qui comprend les moyens d'évacuation. La gestion à long terme devrait normalement s'en tenir au confinement comme critère de sûreté indispensable, sans compter sur des arrangements administratifs à long terme. Cela n'exclut pas le recours éventuel à des mesures de contrôle telles que la surveillance radiologique et la constitution d'un dossier, mais, vu le facteur temps, il ne faudrait pas confier à ces mesures l'essentiel de la protection.

Problèmes d'interface

Du point de vue de la gestion des déchets, il faut essentiellement veiller à ce qu'aucune mesure de contrôle éventuelle ne compromette la sûreté du système de gestion. D'autres facteurs, dont nous ne parlerons pas ici, peuvent intervenir, dont les dépenses supplémentaires éventuelles afférentes à l'application de garanties. Nous allons voir maintenant comment le problème se pose aux divers stades de la gestion qui se terminent par l'évacuation définitive.

Levée des garanties appliquées aux déchets

Comme le Groupe consultatif l'avait recommandé en 1988, l'étude de critères pour la levée des garanties appliquées à différents types de déchets a continué lors de réunions au Siège de l'AIEA en 1989 et 1990. Une série de critères techniques ont été définis sans divergence de vues, toutefois, quant à la limitation des quantités. La plupart des déchets produits dans le cycle du combustible relèveront de ces critères, mais certains y échapperont. Pour ceux-ci, qui sont conditionnés de façon à accroître leur résistance à la lixiviation, il a été proposé de considérer la levée des garanties dans chaque cas particulier.

Selon le type de déchets, les conditionnements d'usage sont l'incorporation à du bitume ou à du ciment, et la vitrification. Certains estiment que les déchets ainsi traités sont de piètre qualité, peu tentants pour un détournement et très difficilement exploitables pour en tirer des quantités intéressantes de matières nucléaires. Une fois conditionnés de la sorte puis placés et scellés dans un dépôt dans une formation géologique, la probabilité que l'on puisse

en extraire des matières nucléaires est d'autant plus réduite. La plupart des spécialistes de la gestion des déchets estiment qu'il faudrait mettre fin aux garanties à ce stade ou même avant. Cela dit, on peut faire observer que les déchets ne se présentent sous aucune forme physique dont on ne puisse extraire des matières nucléaires si l'on veut y mettre le prix. Certaines technologies nouvelles pourraient offrir un moyen plus commode et moins onéreux de récupérer des matières et il n'est pas exclu de pouvoir les appliquer à des déchets auparavant libérés des garanties.

A l'heure actuelle, il n'y a pas de consensus bien net sur cette question et la position officielle du département compétent est que les garanties devraient continuer de s'appliquer à certains types de déchets même après leur conditionnement et leur évacuation.

Conditionnement du combustible épuisé

Le conditionnement du combustible épuisé consiste à immobiliser ou à conditionner les assemblages soit dans des installations situées sur le site même du réacteur, soit ailleurs. Ces opérations s'effectuent généralement à sec. Lorsqu'il est livré au poste de conditionnement, le combustible épuisé est placé dans une cellule chaude où on le désarticule. Ses différentes parties sont alors déposées dans un conteneur ayant les caractéristiques prévues pour l'évacuation. Dans certains cas, il faut éventuellement tronçonner les composants. Ce qui importe avant tout, c'est de s'assurer que les assemblages combustibles ont conservé leur intégrité lorsqu'ils arrivent au poste de conditionnement. La principale difficulté du point de vue des garanties est la perte d'identité d'un assemblage combustible en tant qu'article distinct aux fins de la comptabilité. Les manipulations qui modifient la composition du combustible épuisé doivent être suivies de mesures visant à vérifier la teneur en matières nucléaires. L'efficacité des garanties dépend donc des méthodes comptables utilisées pour vérifier la composition et la teneur des matières définitivement évacuées.

Diverses méthodes de contrôle ont été proposées pour application au niveau de l'installation de conditionnement; ce sont généralement des adaptations de techniques existantes, et aucune d'entre elle ne devrait poser de graves problèmes de sûreté. Aucune méthode destructive de vérification n'est prévue. Bien au contraire, un système efficace de garanties doit exiger que l'on prenne soin de la manipulation du combustible lui-même et de l'évacuation ultérieure des colis. Il faut cependant faire très attention, avec certains conteneurs, pour que les marques apposées aux fins des garanties ne compromettent pas à long terme leur résistance à la corrosion.

A noter que l'intention d'appliquer les garanties imposera certaines conditions à la conception et à l'aménagement de l'installation de conditionnement.

Le problème doit être étudié par les autorités nationales, par les exécutants et par le Département des garanties de l'AIEA.

Phase opérationnelle d'un dépôt

Un dépôt dans une formation géologique est semblable à une mine avec ses galeries d'accès et ses cavités creusées en profondeur dans la formation géologique. Diverses installations auxiliaires sont mises en place en surface, au-dessus du dépôt. Des puits permettent d'accéder aux salles souterraines. Au moins trois sortes de puits sont envisagées pour assurer une exploitation optimale. Il y a les puits pour le transfert des conteneurs, les puits d'admission d'air pour la ventilation et le passage du personnel, et les puits d'extraction de l'air de ventilation. Les installations souterraines sont aménagées de façon à permettre de nouvelles excavations, à réceptionner et à transporter le combustible épuisé, à le mettre en place, et à remblayer les cavités utilisées. Les travaux d'excavation peuvent se faire en continu. Une fois les cavités creusées, les puits d'accès sont ouverts. Le combustible épuisé vient de l'installation de conditionnement dans des conteneurs qui sont adaptés dans les installations de surface en vue de leur dépôt définitif. Ils sont alors descendus jusqu'au niveau du dépôt, transférés jusqu'à la cavité prévue pour les recevoir et déposés dans les fosses. Toutes ces opérations sont en principe télécommandées. Lorsque le conteneur est en place, les vides sont comblés avec des matériaux de faible perméabilité.

Après remplissage à la capacité nominale et remblayage des cavités, on ferme le dépôt en commençant par combler toutes les galeries et autres accès à niveau et, enfin, les puits d'accès sont à leur tour comblés afin de remettre la formation dans son état primitif.

Les opérations importantes du point de vue des garanties sont l'identification de chaque conteneur qui pénètre dans le dépôt, puis le contrôle pour vérifier qu'il y demeure jusqu'à ce que les accès soient comblés et le dépôt obturé.

Comme la sûreté à long terme que garantit le système dépend du bon fonctionnement du dispositif de barrières multiples qui entoure les déchets ou le combustible épuisé, il importe qu'aucune des mesures de contrôle prises pour identifier, suivre et vérifier les conteneurs ne nuise au système. Les méthodes de contrôle applicables à ce stade sont encore à l'étude. Elles consisteront avant tout à identifier et à dénombrer les conteneurs pénétrant dans le dépôt, à vérifier constamment les mouvements à tous les points d'accès et à se maintenir parfaitement au courant de la configuration et des modifications du dépôt. On a fait observer qu'il n'est pas important de connaître l'emplacement exact des conteneurs dans le dépôt, mais seulement d'être en mesure de vérifier qu'ils y sont bien entrés et y sont restés.

La plupart des méthodes de contrôle proposées ne devraient pas compromettre l'intégrité des conteneurs et des matériaux qui les entourent. On a cependant laissé entendre que des techniques géophysiques pourraient être utilisées pour localiser des colis à l'intérieur du dépôt. Il faut que ces méthodes soient sans effet destructif sur les barrières géologiques naturelles qui s'opposent à la migration des radionucléides.

Après la fermeture du dépôt

Ces dépôts à grande profondeur sont conçus pour une isolation de longue durée réalisée grâce à une combinaison de barrières artificielles et naturelles. Les déchets radioactifs de longue période, dont le combustible irradié, doivent demeurer pour ainsi dire totalement isolés pendant des millénaires. Comme il est inconcevable qu'une société humaine puisse être apte ou disposée à surveiller des sites de dépôt pendant aussi longtemps, le dispositif d'isolement doit avoir des caractéristiques passives. En d'autres termes, la sûreté dépend des propriétés intrinsèques des barrières et non de l'exécution de mesures de surveillance et de maintenance.

D'autre part, on sait que l'opinion publique exige qu'une certaine surveillance soit assurée à l'emplacement de ces dépôts pendant une période indéterminée. Ces contrôles périodiques auraient pour objet de donner l'assurance que le dépôt se comporte comme l'évaluation de la sûreté le laissait prévoir et qu'aucun événement imprévu ne se produit. Aucun programme de contrôle ne devrait prévoir des mesures qui risqueraient de nuire à la performance des barrières. Les forages pour prélever des échantillons en profondeur ou pour installer des instruments au cœur des formations isolantes sont de toute évidence des opérations inacceptables. Comme les contrôles radiologiques ne sont pas techniquement nécessaires mais ne se justifient que vis-à-vis de la société, il est clair que l'on ne saurait prévoir leur durée. Nous pouvons supposer que, à un moment quelconque dans l'avenir et à la suite d'une analyse coût/avantage, les contrôles soient délibérément suspendus ou encore qu'ils cessent de se justifier à la suite d'un grand bouleversement de la société. Quand il s'agit d'évacuation à faible profondeur de déchets radioactifs de courte période — option dont la sûreté dépend du maintien de contrôles administratifs sur le site — on estime généralement qu'il serait déraisonnable de s'attendre à ce que ces contrôles durent pendant plus de quelques siècles.

Quant à l'application de garanties à des dépôts de combustible irradié dans des formations géologiques, après la fermeture, le Groupe consultatif des garanties de 1988 a estimé qu'il n'est pas possible de lever les garanties même après cette fermeture. Cette opinion soulève certaines questions, à savoir notamment comment concevoir une procédure effective de contrôle qui ne compromette

pas la sûreté du dépôt; et pendant combien de temps faudrait-il appliquer des garanties, sachant que le combustible irradié demeurera une source potentielle de matières nucléaires pendant des centaines de millénaires.

Voici quelques réponses possibles: le dépôt devrait être soumis aux garanties sans que ses caractéristiques de sûreté en souffrent. Comme l'ouverture d'un dépôt obturé demande nécessairement un certain temps et ne saurait passer inaperçue, la méthode qui s'impose serait l'analyse de photographies obtenues par satellite. En outre, le site en surface du dépôt déclassé pourrait être soumis à des inspections internationales périodiques. A noter que ce système de surveillance aux fins des garanties renforcerait la sûreté du dépôt car elle entraverait ou rendrait impossible toute intrusion humaine involontaire dans le dépôt.

L'application de garanties aux matières nucléaires est aujourd'hui un sérieux problème pour la société et continuera sans doute de l'être dans l'avenir. Or, la situation peut évoluer d'une manière que nous ne saurions prévoir. On peut en effet imaginer des scénarios dans lesquels certaines transformations de la société rendraient les garanties inutiles.

Vers une étroite coopération

Notre analyse a surtout pour objet d'évaluer les incidences de l'application des garanties sur la gestion des déchets radioactifs et du combustible irradié. On a pu même se demander, non sans préoccupation, si l'on ne risquait pas de voir s'opposer les exigences des garanties à la démarche essentielle de la gestion des déchets qui consiste à s'assurer que les substances radioactives contenues dans ces déchets seront isolées de la biosphère aussi longtemps qu'il le faudra pour ramener leur impact radiologique à des niveaux acceptables.

A certaines conditions, l'application de garanties à la gestion des déchets radioactifs peut se faire sans effet négatif sur la sûreté. On constate tout d'abord que les premières étapes de la gestion qui précèdent l'évacuation ne présentent aucune difficulté puisque les modalités des garanties s'appliquent déjà ou peuvent s'appliquer facilement. En ce qui concerne l'évacuation, la condition essentielle est que ces modalités soient conçues de façon à donner la priorité absolue à la sûreté du dispositif d'isolation. En d'autres termes, il ne faut compromettre ni l'intégrité des barrières artificielles par des mesures de surveillance et de contrôle pendant le remplissage, le remblayage et l'obturation des cavités, ni celle des barrières naturelles par une surveillance et des contrôles pratiqués après la fermeture du dépôt.

Il va de soi qu'un dépôt à grande profondeur où sont placées des matières nucléaires sous garanties doit être lui-même soumis aux garanties pendant les opérations. Du point de vue de la gestion des déchets et en supposant que les aménagements de sûreté du



Des experts étudient les conditions d'application des garanties aux déchets radioactifs à évacuer dans des dépôts aménagés dans des formations géologiques.

(Photo: US DOE)

dépôt restent intacts, l'application des garanties sous forme de surveillance et de contrôle des accès en surface (puits et rampes d'accès) ne devrait poser aucun problème. De même, rien ne s'oppose à des inspections à vue dans les installations souterraines. Toutefois, il faudrait éviter de recourir à des techniques géophysiques pour localiser les colis de déchets à l'intérieur du dépôt car cela risquerait de porter atteinte à la sûreté des barrières.

Actuellement, il n'existe aucune modalité de garanties bien définie pour les dépôts fermés qui ne contiennent que des déchets. Il faudrait donc étudier les mesures de contrôle à appliquer à ce genre de dépôt, compte tenu des teneurs relativement faibles en matières nucléaires des diverses catégories de déchets radioactifs, et aussi des difficultés que comportent la récupération de déchets conditionnés dans un dépôt profond et fermé, puis l'extraction des matières nucléaires.

Quant aux dépôts de combustible irradié, la politique du Département des garanties de l'AIEA est de maintenir les garanties en vigueur après la fermeture. Par la suite, les méthodes de surveillance proposées, par exemple une combinaison d'imagerie par satellite et d'inspections, garantiraient le maintien de l'intégrité du dépôt sans perturber le dispositif de sûreté.

La durée des contrôles à exercer sur les sites de ce genre, au titre des garanties, ne saurait être prédite, mais, vu la composition du combustible épuisé, l'application de garanties serait justifiée pendant des millénaires. Le principe d'une surveillance indéfinie pose deux problèmes: 1) il est en contradiction avec l'un des objectifs de la gestion des déchets radioactifs

qui veut que l'on n'impose pas de charges aux générations futures, 2) il obligerait de prendre des dispositions financières pour une activité de durée inconnue et dont le coût, par conséquent, ne peut être valablement estimé.

Pour que l'on parvienne à mettre au point des modalités de garanties compatibles avec des plans prévoyant un isolement à long terme des déchets radioactifs, il faut que les spécialistes des garanties et de l'évacuation des déchets travaillent en étroite collaboration.