

Gestion de l'incertitude dans les dossiers de sûreté et rôle du risque

B. Dverstorp, A. Van Luik, H. Umeki, S. Voinis, R. Wilmot *

Les dépôts en formations géologiques ont pour objectif de protéger l'homme et l'environnement des dangers que présentent les déchets radioactifs à vie longue sur des échelles de temps pouvant atteindre plusieurs milliers, voire un million d'années. La gestion des déchets radioactifs suppose donc que l'on procède à une analyse unique en son genre de l'évolution des déchets et des barrières ouvragées ainsi que des interactions entre ces composants et des barrières géologiques sur des périodes très longues. Cependant, sur des échelles de temps suffisamment prolongées, même les matériaux artificiels et les environnements géologiques les plus stables sont soumis à des événements et des changements perturbateurs sujets à des incertitudes. Les incertitudes associées à l'évolution du système de stockage doivent être correctement prises en compte et gérées sur toute la durée du programme de développement d'un dépôt.

À chacune des étapes du développement d'un programme, la décision doit pouvoir être prise avec un niveau de confiance approprié quant aux possibilités de garantir la

sûreté à long terme, compte tenu de la compréhension que l'on a acquise du système à travers l'analyse des incertitudes. Un dossier de sûreté¹ est un support déterminant de la décision pour passer à l'étape suivante du développement du dépôt. Un résultat important du dossier de sûreté est en effet l'identification des incertitudes susceptibles de compromettre la sûreté. Il convient donc d'établir un rapport entre les principales incertitudes ainsi mises au jour et les mesures ou actions spécifiques qui seront prises pour les gérer, par le programme de R-D notamment, de façon à pouvoir constituer un dossier de sûreté adapté à la procédure d'autorisation. Le traitement explicite des incertitudes est par conséquent un élément essentiel de la construction de la confiance dans un dossier de sûreté. Cette confiance repose sur une évaluation fiable de la sûreté précisant sans ambiguïté le niveau de qualité des données, justifiant clairement les hypothèses et analysant la sensibilité des performances du système aux incertitudes. C'est pourquoi le dossier de sûreté doit décrire les incertitudes ainsi que les

actions à mener lors des étapes suivantes du développement du dépôt afin de les réduire.

Tous les responsables de programmes nationaux s'accordent à reconnaître l'importance de la gestion des incertitudes dans un dossier de sûreté. Il existe diverses manières de gérer ces incertitudes et d'établir des niveaux de confiance. Étant donné la diversité des incertitudes à traiter, cela nécessite une classification claire. Il en existe d'ores et déjà plusieurs – incertitudes épistémiques, incertitudes de variabilité et incertitudes stochastiques – et l'idée de classer les incertitudes est à la fois très employée et jugée nécessaire pour les analyses d'incertitudes. La gestion des incertitudes comporte entre autres l'évaluation des incertitudes quantifiables lors de l'évaluation quantitative des performances du système. Toutefois, comme il est impossible de quantifier toutes les incertitudes, d'autres éléments d'information complémentaires qualitatifs faisant partie du dossier de sûreté seront aussi mis à contribution pour la gestion des incertitudes (AEN, 2004). Gérer les incertitudes consiste aussi à cerner leurs

* M. Björn Dverstorp, du Statens strålskyddinstitut (SSI) a présidé l'Atelier sur la gestion des incertitudes dans le dossier de sûreté et le rôle du risque. M. Abe Van Luik, du Department of Energy (DOE) des États-Unis a présidé le Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté des dépôts de déchets radioactifs (IGSC) de 2000 à 2004. M. Hiroyuki Umeki, du Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) préside l'IGSC depuis la fin de l'année 2004. Mme Sylvie Voinis, du Secrétariat de l'AEN assure le secrétariat scientifique de l'IGSC. Roger Wilmot travaille pour Galson Sciences.

implications potentielles et, dans certains cas, à faire en sorte de les contenir par le choix du site et des adaptations de la conception. D'autres aspects, tels que la politique adoptée, le contexte social, la disponibilité des ressources, et le calendrier des décisions influenceront aussi sur ces choix.

Lors de la présentation du dossier de sûreté, on insistera sur l'évaluation des performances attendues de l'installation de gestion des déchets et l'argumentaire associé. Toutefois, évaluer ces performances attendues de l'installation, nécessite de les associer aux incertitudes compte tenu de l'état actuel du développement du système.

Travaux antérieurs de l'AEN consacrés à l'incertitude

L'une des premières activités de l'AEN concernant la question des incertitudes fut une réunion organisée en 1987 à Seattle au cours de laquelle l'importance de traiter les incertitudes dans les évaluations des performances post-fermeture des dépôts de déchets a été soulignée. Cette première prise de conscience a été développée dans les années suivantes à travers une série de réunions et de séminaires organisés par l'AEN. Le Groupe sur l'évaluation probabiliste des systèmes pour la gestion des déchets radioactifs (PSAG), qui a encouragé la réflexion sur les différentes approches et organisé une série d'exercices de comparaison de codes de calcul, a joué un rôle de premier plan à cet égard (AEN, 1997a). On retiendra aussi les initiatives du Groupe de travail sur les évaluations intégrées des performances des dépôts profonds (AEN, 1997b, 2002a), les ateliers sur la construction de la confiance (AEN, 1999) et sur le traitement des échelles de temps (AEN, 2002b) ainsi que le développement actuel de la brochure sur le dossier de sûreté (AEN, 2004).

Ces activités ont permis de dégager quelques conclusions générales concernant le traitement des incertitudes dans un dossier de sûreté :

- Le dossier de sûreté documente les décisions prises à chaque étape du processus décisionnel par étape. La tendance est donc à l'établissement de dossiers de sûreté expliquant pourquoi les résultats présentés ont été jugés dignes de confiance et en quoi ce dossier suffit pour justifier la décision en question. De ce point de vue, la déclaration doit faire état des incertitudes, de leur importance au stade actuel de l'évaluation et des étapes à entreprendre ultérieurement pour réduire les incertitudes.
- Les incertitudes doivent être considérées comme un aspect inévitable des systèmes de gestion des déchets radioactifs, et elles augmenteront avec la durée des échelles de temps.
- Les incertitudes doivent faire l'objet d'un traitement explicite et une approche systématique facilitera leur compréhension.
- Il sera éventuellement intéressant de combiner les approches déterministe et probabiliste. La décision ne se fondant pas sur une valeur numérique de l'incertitude, il convient de clarifier le rôle de chaque approche dans le dossier de sûreté.
- Une série de scénarios doivent être considérés afin d'explorer les incertitudes, l'intrusion humaine occupant une place particulière dans les scénarios considérés.
- Le traitement des incertitudes et la mise au point du dossier de sûreté passent par la mise en place de plusieurs arguments. Une combinaison d'arguments quantitatifs et qualitatifs inspirera confiance tant dans l'auteur de l'analyse que dans l'expert chargé de l'instruire. Globalement, le

dossier de sûreté répondra mieux aux demandes de la prise de décision s'il y inclut une notification expliquant en quoi l'on peut se fier à l'analyse des performances et de ses incertitudes.

L'atelier de 2004 sur la gestion des incertitudes

Pour capitaliser les enseignements tirés des activités et ateliers antérieurs et offrir un forum de discussions sur le traitement des incertitudes et du risque, le Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté des dépôts de déchets radioactifs (IGSC) a décidé d'organiser un atelier consacré à la gestion des incertitudes dans les dossiers de sûreté et le rôle du risque. Cet atelier, qui a eu lieu à Stockholm du 2 au 4 février 2004 à l'invitation de l'Institut suédois de radioprotection (*Statens strålskyddsinstitut* – SSI) avait pour objectif global de créer une plateforme destinée à approfondir les différentes manières de gérer les incertitudes dans un dossier de sûreté post-fermeture ainsi que les démarches réglementaires à adopter par les différents programmes nationaux de gestion des déchets radioactifs. Il s'agissait en particulier :

- de dégager les points communs aux différentes approches de gestion des incertitudes ;
- d'analyser les différentes approches adoptées pour établir des normes concernant l'instruction des dossiers par l'autorité de sûreté ;
- de faciliter les échanges d'informations et la discussion sur les différentes approches techniques de gestion et de caractérisation des incertitudes et sur le rôle du risque ;
- d'étudier les mérites des différentes méthodes utilisées pour l'information du risque dans la prise de décision ;
- de déterminer les possibilités de perfectionner les méthodes ou stratégies employées pour la gestion des incertitudes.

L'AEN a établi une synthèse de l'atelier, qui a été publiée avec les actes de la réunion (AEN, 2005). Les principales conclusions peuvent être résumées comme suit :

Qu'est-ce qu'un risque?

Diverses définitions sont parfois adoptées pour parler du « risque ». Le « risque » a des significations différentes selon ses utilisateurs (exploitants de centrales, organismes de gestion des déchets, etc.) et des attributs définissant différents points de vue et manières de traiter le risque : objectiviste/réaliste (le risque est considéré comme réel) ou constructivistes (le risque est considéré comme une construction mentale), approche quantitative versus qualitative et des formulations mathématiques diverses (probabilité multipliée par conséquence ; espérance mathématique de la désutilité et formulations ouvertes). Pour l'expert technique, le « risque » désigne souvent le produit d'une probabilité par une conséquence. Dans les discussions publiques, le « risque » est parfois restreint à la probabilité (d'une conséquence négative) bien que le public s'intéresse au plus haut point aux conséquences. Tant le risque « perçu » que le risque « réel » importent. Les deux sont d'ailleurs source d'inquiétude du public. À titre d'exemple, le risque peut être défini comme ce qui caractérise un danger potentiel en termes de probabilité et d'importance. Il est rare que l'on considère le produit des deux. C'est pourquoi des expressions comme « la probabilité d'un risque » ou « l'importance d'un risque » se rapportent à deux variables indépendantes. L'expression « analyse de risque » renvoie aux méthodes employées dans l'industrie nucléaire et non nucléaire pour identifier les sources de danger potentielles et les classer par ordre d'importance.

Les définitions supplémentaires qui suivent ont été proposées :

- approche fondée sur le risque : « décision réglementaire fondée exclusivement sur les résultats numériques d'une évaluation des risques » ;
- information par le risque : « informations sur le risque associées à d'autres facteurs » ;
- approche déterministe : « emploi dans la modélisation de valeur fixes pour caractériser l'incertitude » ;
- approche probabiliste : « caractérisation de l'incertitude par des fonctions de distribution utilisées en données d'entrée pour la modélisation » ;
- risque : « conséquence multipliée par la probabilité d'occurrence ».

Les discussions lors de l'atelier ont permis de retenir qu'une interprétation différente des principaux termes et concepts peut parfois nuire à la discussion et à la compréhension des démarches de réglementation et d'évaluation nationales. Des définitions claires lors de l'élaboration du dossier de sûreté, sont par conséquent une clé du succès du dialogue avec les différentes parties prenantes.

Approches réglementaires

Il n'existe pas de distinction franche entre réglementations reposant sur des critères de risque et réglementation reposant sur des critères de dose. Les réglementations exigeant un calcul de dose pour l'évolution normale ou prévue nécessitent parfois d'évaluer le risque correspondant à des scénarios moins probables. Qui plus est, il arrive que des réglementations exigeant de calculer le risque lié à des événements et processus naturels n'imposent pas d'évaluer les probabilités des scénarios d'intrusion humaine. Les autorités de sûreté attribuent la même importance au traitement des incertitudes quel que soit le critère d'évaluation réglementaire. Or si les attentes des

autorités de sûreté vis-à-vis de l'évaluation et de la présentation des incertitudes varient avec le critère considéré, on ne peut pas en dire autant de l'argumentation, de la transparence et de la traçabilité, de la justification des hypothèses ainsi que d'autres aspects qualitatifs du traitement de l'incertitude.

Pour les autorités de sûreté, les relations établies avec les organismes de gestion des déchets avant le dépôt de la demande d'autorisation sont l'occasion de cerner les difficultés, d'harmoniser les approches et ainsi d'économiser sur les moyens et le temps nécessaires pour instruire la demande d'autorisation.

Évaluation des incertitudes et du risque

Toutes les évaluations doivent répondre aux trois questions qui définissent le risque : Que peut-il se passer ? Quelles seront les conséquences ? Quelle est la probabilité ? Les méthodes employées se distinguent selon que les probabilités sont attribuées de manière plus ou moins explicites (densités de probabilité) ou implicites (sélection des scénarios plus ou moins probables). L'utilisation explicite des probabilités pour caractériser une incertitude ne se limite pas au seul calcul de risque. Dans l'ensemble, les calculs déterministes et probabilistes ont un rôle à jouer dans les évaluations qu'elles soient orientées sur le risque ou non.

L'une des principales différences entre les méthodes employées pour traiter les incertitudes concerne leur niveau d'agrégation ou de désagrégation. Les analyses désagrégées permettent d'acquiescer une connaissance détaillée du système et de recueillir des informations nécessaires pour établir les choix de conception et définir les priorités de la recherche. Au contraire,

les analyses agrégées sont utiles pour évaluer des scénarios qui ont un effet similaire sur les fonctions de sûreté, et elles sont demandées dans certaines approches réglementaires.

Toutes les formes d'évaluation des incertitudes font nécessairement appel aux jugements d'experts. Les avis concordent sur la nécessité d'instituer un mécanisme formalisé décrivant comment documenter et utiliser efficacement les jugements d'experts. L'utilisation des experts est encouragée dans le cas de sources d'informations contradictoires, lorsque l'on dispose de données de laboratoire mais que les informations recueillies sur le terrain comportent des incertitudes, si l'on manque d'éléments de preuves ou d'informations sur les incertitudes et si les modèles et les procédures n'ont pu être vérifiés. Le jugement d'experts est aussi un moyen de consigner les informations disponibles à un moment donné, et comme pour les autres méthodes, il faudra éventuellement les mettre à jour lorsque de nouvelles données apparaîtront. Le choix des experts est par ailleurs crucial : ce processus de sélection devant être mené avec autant de soins que les jugements eux-mêmes. La difficulté peut-être la plus méconnue en la matière consiste à spécifier les sujets particuliers à traiter.

La dilution ou dispersion du risque est reconnue comme étant une difficulté potentielle dans certaines évaluations selon la méthodologie employée et le contexte réglementaire. Dans certaines conditions, la dilution du risque peut conduire à une atténuation apparente du risque, par exemple si l'on évalue des événements aux conséquences majeures mais dont la date d'occurrence comporte une forte incertitude. Il n'existe toutefois pas de solution mathématique simple à ce problème lié pour partie à la philosophie réglementaire

concernant la protection et la définition du groupe exposé. Pour les participants à l'atelier, l'analyste devrait explorer les effets potentiels de la dilution du risque, et les autorités de sûreté en être conscientes et envisager d'établir des recommandations concernant les méthodes qu'ils jugeraient comme acceptables.

Gestion du risque et prise de décision

Les processus décisionnels varient suivant les pays en fonction des régimes juridiques et des traditions culturelles. La contribution des différentes parties prenantes à la décision diffère également suivant les pays. Dans tous les cas, il importe d'établir très tôt un dialogue, et d'opter pour la transparence et l'ouverture. Pour les destinataires de l'information sur le dossier de sûreté, la signification du terme « risque » n'est pas forcément identique. C'est pourquoi les résultats des études de risques doivent être replacés dans le contexte général de façon à informer un éventail le plus large possible de destinataires. L'évaluation du risque est une étape initiale d'un processus séquentiel qui inclut la prise de décision et la gestion du risque. S'agissant de la sûreté des dépôts de déchets radioactifs, on est en droit de s'interroger sur le fait que les risques puissent évoluer après la fermeture du dépôt. Pour gérer le risque, on pourra recourir notamment à la décision par étapes, à la réversibilité/récupérabilité et à la surveillance. Bien que les participants à l'atelier ne soient pas parvenus à un consensus quant au rôle qui pourrait être attribué à ces différentes approches, il leur a paru intéressant d'associer de manière itérative l'évaluation des risques et la gestion du risque.

Un dialogue continu

Un dialogue continu au niveau international entre les autorités de sûreté et les orga-

nismes de gestion des déchets sur les incertitudes et la gestion du risque pourrait être envisagé afin d'approfondir les approches réglementaires et de partager les expériences acquises sur l'utilisation des différents outils et méthodes d'évaluation. À mesure que les programmes avancent, une des méthodes d'évaluation des risques des dépôts devrait converger ; toutefois, un dialogue continu aidera à mieux comprendre ces différentes méthodes, avec leurs points forts et leurs points faibles. Ce savoir pourrait être utilisé pour convaincre les différentes parties prenantes et les décideurs que la méthode employée permet effectivement d'atteindre l'objectif visé. ■

Note

1. Un dossier de sûreté est un recueil d'arguments établi à une étape donnée du développement d'un dépôt pour justifier la sûreté à long terme de ce dernier.

Références

- AEN (1997a), *Disposal of Radioactive Waste. The Probabilistic System Assessment Group: History and Achievements, 1985-1994*, OCDE, Paris.
- AEN (1997b), *Disposal of Radioactive Waste: Lessons Learnt from Ten Performance Assessment Studies*, OCDE, Paris.
- AEN (1999), *Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories: Its Development and Communication*, OCDE, Paris.
- AEN (2002a), *Établir et faire partager la confiance dans la sûreté des dépôts en grande profondeur*, OCDE, Paris.
- AEN (2002b), *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*, OCDE, Paris.
- AEN (2004), *Dossier de sûreté post-fermeture d'un dépôt en formation géologique : nature et finalité*, OCDE, Paris.
- AEN (2005), *Management of Uncertainties in Safety Cases and the Role of Risk: Workshop Proceedings, Stockholm, Sweden, 2-4 February 2004*, OCDE, Paris.