



**AGENCE POUR L'ENERGIE NUCLEAIRE
NUCLEAR ENERGY AGENCY
COMITE DE LA GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS
RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT COMMITTEE**

**REVUES INTERNATIONALES PAR DES PAIRS DANS LE DOMAINE DES DECHETS
RADIOACTIFS**

Questionnaire sur les principes et bonnes pratiques concernant les dossiers de sûreté

INTERNATIONAL PEER REVIEWS IN THE FIELD OF RADIOACTIVE WASTE

Questionnaire on principles and good practice for safety cases

Des revues internationales par des pairs de dossiers de sûreté de dépôts de stockage définitif sont réalisées régulièrement sous l'égide du RWMC. Une liste de questions est fournie pour aider les équipes d'experts à établir des rapports d'expertise qui tiennent compte des acquis internationaux les plus récents et qui sont homogènes.

International peer reviews of disposal safety cases are regularly carried out under the aegis of the RWMC. A checklist of questions is being provided in order to help the review teams prepare a final report that takes into account the latest international developments and is homogeneous amongst peer reviews.

JT00188271

NEA Secretariat's reference questionnaire for gathering information on items that reflect consistency with internationally agreed-upon principles and good practice when preparing a long-term safety case for geologic disposal

INTRODUCTION	3
AIM AND USE OF THE QUESTIONNAIRE	3
THE QUESTIONNAIRE	4
I. Managing the overall programme	5
I.1 Programme constraints.....	5
I.2 Management strategy	5
II. Principles, guidelines and procedures for developing a safe and robust system	6
III. Evaluating system safety and robustness	7
III.1 Quality of the assessment methodology.....	8
III.2 Identification and conceptualisation of FEPs.....	8
III.3 Development of assessment models and databases	9
III.4 Ensuring proper application of the methodology, models, databases and codes	9
IV. Arguing the case to proceed to the next development stage.....	9
REFERENCES	11

INTRODUCTION

This questionnaire refers to principles and good practices to promote confidence in the long-term safety case for disposal of long-lived waste in a geologic repository. The safety case is defined in NEA (2004a) as:

"... an integration of arguments and evidence that describe, quantify and substantiate the safety, and the level of confidence in the safety, of the geological disposal facility".

Confidence itself is defined in NEA (1999).

"To have confidence is to have reached a positive judgement that a given set of conclusions are well supported".

In general, a safety case will conclude, explicitly or implicitly, that there is adequate confidence in the possibility of achieving a safe repository to justify a positive decision to proceed to the next stage of planning or implementation. The report NEA (2004a) makes it clear that this conclusion refers to confidence on the part of the author of the safety case - typically the implementer - based on the analyses and arguments developed and the evidence gathered. The audience of the safety case must decide for itself whether it believes the reasoning that is presented to be adequate, and whether it shares the confidence of the safety case author. Principles and good practices that, if followed, should promote such confidence relate to:

- achieving an adequate strategy for managing repository planning, implementation and closure,
- achieving a robust system,
- providing an adequate assessment basis (assessment capability),
- providing guidance for addressing remaining critical uncertainties, and
- integrating the analyses and arguments developed and the evidence gathered into a set of conclusions that are adequate to support a positive decision to proceed to the next stage of planning or implementation.

Sections I - IV of the questionnaire deal with these different aspects of promoting one's own confidence. The questionnaire was finalised with the help of the IGSC Core Group at their meeting in Washington, DC, in January 2005, and it was later approved with minor amendments at the RWMC meeting of March 2005.

AIM AND USE OF THE QUESTIONNAIRE

NEA peer reviews are being formalized¹. In order to assure more consistency in the review of safety case studies, it is important that a review not overlook anything that is important to the definition of the safety

¹ See document "NEA/RWM/PEER(2005)1" that will also become a formal publication of the NEA.

case or the demonstration of the basis supporting the proponent's judgment of there being confidence in the safety case.

A judgment of level of confidence is always to be made in the context of the phase and decision process of the repository development program whose work is under review. To this end, a checklist of questions is provided to assist future peer reviews. This checklist addresses the key points of the NEA Safety Case "brochure" (NEA 2004a) and the NEA "confidence document." (NEA 1999) It therefore assures that international reviewers will bring into their review the key elements of the safety-case culture developed by NEA and IAEA, as reflected in the joint IAEA/NEA standard for deep geologic disposal of high-level radioactive waste and other documents.

The phase that the requesting organization is working in will determine which questions are emphasized and which are de-emphasized. For example, a programme moving into operations need not spend much time on describing the site selection process, but should have a very mature understanding of its natural and engineered systems. In contrast, a programme just beginning site characterization would want to describe the features and preliminary investigations of the site that led to its selection, and may have less to say about the details of its engineered and natural barriers.

The enclosed matrix of questions is not intended to be a content guide to a safety case. *It is intended to facilitate a review by having the organization being reviewed respond to it with a reference, for example, to where discussion of a topic can be located. If there is no page reference, the review team knows it is not covered and can ask why it is not. There may be a perfectly legitimate reason for non-coverage or little coverage, as discussed above.*

The international review team can then read and judge whether the existing treatment is adequate for the purpose or the decision at hand. Typically, in a review the international review team asks over a hundred questions, sometimes multiple hundreds, and the short list that is provided as a matrix is only one part of the "instrumentarium" of the review team.

THE QUESTIONNAIRE

A number of questions and their rationale are presented hereafter. For each question, the response should:

- indicate whether the items listed have been taken into account in the safety case under review, and
- provide references to where in the documentation of the safety case these items are covered.

A short summary of how the listed items were taken in account would be helpful, but is not necessary.

For an example of the style of responses expected, respondents are referred to Annex 1 of NEA (2004b), which provides the responses to a similar questionnaire in support of the review of Project Opalinus Clay.

I. Managing the overall programme

I.1 Programme constraints

A number of factors constrain the way in which the planning and implementation of a repository proceeds. These include programme constraints that apply at all stages of a waste-management programme, as well as practical constraints that apply at a particular stage of development.

Which of the following constraints apply to the current project and where are they described in the project documentation?

- a) Legal requirements (e.g. that any repository for domestically produced waste should be located in that country, and requirements for providing a degree of retrievability in design).
- b) The licensing/regulatory framework requiring a safety case to be made at defined points within the planning and development programme.
- c) Various strategic decisions determined at national level (e.g. to pursue, in addition to the domestic option, the possibility of international disposal options, to reprocess spent fuel or to pursue direct disposal, to investigate one or more host rock options, to examine more than one design option, and to implement the repository in stages, beginning with an initial "demonstration repository" for a portion of the waste to be disposed, etc.).
- d) Time constraints on repository implementation, which may be affected, for example, by the capacity available for interim storage.

I.2 Management strategy

According to NEA (1999, 2004a), a management strategy coordinates the various activities required for repository planning, implementation and closure, including siting and design, safety assessment, site and waste form characterisation and R&D. It keeps work focused on programme goals, allocates resources to particular activities, and ensures that these activities are correctly carried out and co-ordinated.

Are the following technical and managerial principles applied in the current programme and, if so, are they described in the documentation of the safety case?

- a) Adoption a stepwise approach to repository planning and potential implementation and safety assessment.
- b) Establishment of a safety culture (i.e. a "consistent and pervading approach to safety") among those engaged in all aspects of repository planning and implementation, including the development of the safety case.
- c) Establishment of a system of long-term record keeping, so that programme decisions can be placed in a broad, historical context.
- d) Establishment of clear and effective lines of communication between the implementing and regulatory organisations and/or other oversight bodies.

II. Principles, guidelines and procedures for developing a safe and robust system

Robust systems are, according to NEA (2004a), characterised by a lack of complex, poorly understood or difficult to characterise features and phenomena, ease of quality control and an absence of, or relative insensitivity to, detrimental phenomena arising either internally within the repository and host rock, or externally in the form of geological and climatic phenomena. They are also characterised by a lack of uncertainties with the potential to compromise safety. Various principles, guidelines and criteria can be identified that aim to ensure robustness by minimising unfavourable phenomena and uncertainties and/or the effects of uncertainty on the evaluation of safety.

(NEA 1999) describes two categories of robustness:

Engineered robustness: Intentional design provisions that improve performance with respect to safety, in order either to compensate for known phenomena and uncertainties or to guard against the possible consequences of undetermined phenomena, are said to provide “engineered robustness” (e.g. – conditioning the waste with more durable matrices, over-dimensioning of certain barriers, changing the lay-out of the facility, etc.).

Intrinsic robustness: Intentional siting and design provisions that avoid detrimental phenomena and the sources of uncertainty through the incorporation of features that are simple, for which there is practical experience, and which are acted upon by processes that are well understood, are said to provide “intrinsic robustness” (e.g., the selection of a site and design that has the potential to provide long-term isolation, with features that are amenable to a credible performance assessment).

Were national or internal guidance (principles) in place regarding the following topics? If so, which of the following principles were applied, and where is adherence to these principles described?

- a) Inclusion of ample reserves of safety in the system concept (particularly during the early stages of development).
- b) Adoption of multiple safety provisions, in which either uncertainties are avoided or safety can be demonstrated in the presence of remaining uncertainties (this includes the multi-barrier concept, and the concept of multiple safety functions, in which over-dependence on any single safety provision is avoided).
- c) Adoption of a flexible strategy for design development and improvement in order to ensure efficient use of the safety potential of the host rock (e.g. “design-as-you-go”).
- d) Engineering principles and practice other than those identified in the table above to promote robustness, e.g., the backfilling of access routes, measures to guard against future inadvertent human intrusion, the use of institutional surveillance (for a limited time), etc.
- e) Other sound engineering principles and practices for the design, construction and operation of the repository.

Were national or internal guidelines in place regarding the following topics? If so, which are they, were they applied and where is adherence to these guidelines described?

- a) Guidelines related to the characteristics of a site (e.g. a site that is structurally understandable and/or characterisable with respect to processes and events – including geological events and possible inadvertent human intrusion).
- b) Exclusion guidelines/criteria for a site and for zones within a site (e.g., exclusion zones around geological features with unfavourable properties, regional zones of weakness, etc.).
- c) Guidelines/criteria related to waste conditioning (e.g. prohibition of liquid waste forms, use of a stable waste matrix, use of a long-lived container).
- d) Guidelines related to tunnel excavation (e.g. drilling methods to minimise damage).
- e) Guidelines related to the design basis (e.g. a minimum depth for the repository may be specified; a site may be sought that is larger than the minimum necessary; the possibility for retrievability and monitoring may be incorporated in the design).

Which of the following procedures were applied, and where is adherence to these procedures described?

- a) Peer-review procedures for decisions regarding siting and design.
- b) Quality-assurance procedures for site characterisation, waste and container fabrication, repository construction and operation.

III. Evaluating system safety and robustness

The means that are available to assess the safety and robustness of a disposal system are collectively termed the assessment capability. The assessment capability should generate an assessment of adequate quality and reliability. According to NEA (1999), the assessment capability comprises:

- The identification and conceptualisation of safety-relevant features, events and processes (FEPs), through, for example, analysis and site characterisation;
- The identification and development of appropriate assessment models, and coupling amongst models, and the compilation of the required data and the implementation of the models, normally in the form of computer codes;
- Quality management to assure a proper and reliable application of the methodology, models, databases and codes in a performance assessment.

The assessment methodology, including the methodology for the treatment of uncertainty in the assessment, is also regarded as part of the assessment capability.

III.1 Quality of the assessment methodology

Do the following apply to the assessment methodology used in the current safety case and, if so, where are they described?

- a) Identification of a broad range of envelope scenarios (each envelope representing a family of scenarios) for the evolution of the system that covers the range of possibilities for the characteristics and evolution of the system
- b) Identification of a more limited range of scenarios for quantitative or qualitative evaluation in safety assessment.
- c) Use and justification of stylised treatments (e.g. of human intrusion and the biosphere) where there are uncertainties that are, in practice, impossible to quantify and to reduce, thus decoupling this part of the analysis from the rest of the quantitative assessment.
- d) Emphasis on components of the disposal concept that can confidently be expected to contribute to safety at a particular development stage (at any stage of development, uncertainties are likely to be more significant in some aspects of the system concept than others).
- e) Identification of critical, safety-relevant parameters (e.g. through sensitivity and uncertainty analyses).
- f) Formulation, where possible, of conceptual models of relevant processes, the applicability of which is supported by a wide range of independent evidence.
- g) Use and justification of “reasonably” conservative assumptions (where it is possible to show that the assumptions are, indeed, conservative).
- h) Use and justification of simplifying assumptions.
- i) Consideration of alternative conceptual models.
- j) Consideration of parameter uncertainty.
- k) Consideration of safety indicators complementary to dose and risk.

III.2 Identification and conceptualisation of FEPs

To what extent are the features, events and processes (FEPs) that are considered and their conceptualisation based on the following?

- a) Expert elicitation and peer review (such methods can, for example, independently provide confidence that there are no undetected geological features or that the intrusion of oxidising water as a result of climatic events will not occur),
- b) Understanding and completeness of FEPs that describe the system concept
- c) Scientific and technical experience and literature (natural analogues, theoretical and experimental evidence from inside and outside the radioactive waste field).

- d) Adoption of a structured approach to system description (by using, for example, “Interaction Matrices”, processes and interactions between different elements of the system can be systematically sought in striving for completeness).

III.3 Development of assessment models and databases

To what extent are the assessment model and parameter values that support the current safety case based on the following?

- a) Expert elicitation and peer review.
- b) Scientific and technical experience and literature (theoretical and experimental evidence from inside and outside the radioactive waste field).
- c) Examination of the past behaviour of similar rock formations.
- d) Large-scale field and rock-laboratory studies.
- e) Mechanistic models for extrapolation of laboratory measurements to *in situ* conditions.
- f) Experiments conducted worldwide and international collaborative projects.

III.4 Ensuring proper application of the methodology, models, databases and codes

Have the following been applied to ensure proper application of the methodology, models, databases and computer codes to support the safety case and, if so, where is this described?

- a) Quality assurance procedures for the analyses that have been performed, including peer-review procedures.
- b) Demonstration a broad understanding of the results, e.g. through the use of simplified models of key processes.
- c) Verification that the computer codes used solve the equations for the mathematical representation of the conceptual models, e.g. through comparison with analytical solutions and independent codes.

IV. Arguing the case to proceed to the next development stage

A safety case that concludes that there is sufficient confidence in the possibility of achieving a safe repository to justify a positive decision to proceed to the next stage of planning or implementation must provide adequate support for this conclusion.

The focus of the safety case is generally on argumentation that the evaluated consequences of a range of scenarios are acceptable vis-à-vis the acceptance guidelines. Other complementary lines of argument are also, however, required in order to show, for example, that the system has been well chosen, that the assessment is adequate in terms of its scope and rigour, and that any uncertainties that remain at a given stage do not call the ultimate viability of the project into question.

For each scenario evaluated in the current safety case which of the following apply? Where either e) or f) apply, what if any arguments are made to counter these unfavourable conclusions?

- a) Consequences are not expected to occur before a given time.
- b) The consequences and likelihood remain below (or within) acceptance guidelines across the range of model and parameter uncertainty².
- c) Consequences at or above acceptance limits have been identified, but the likelihood of such a scenario is argued to be low.
- d) Consequences at or above acceptance limits have been identified, but consequences are not related to the evolution of the repository system but rather to other externally imposed factors, e.g. meteorite impact or nuclear war. In these cases, the presence of the repository may also not dominate the actual consequences to human health.
- e) Consequences at or above acceptance limits have been identified; the likelihood of such a scenario is not known at present.
- f) Consequences at or above acceptance limits have been identified and the likelihood of such consequences is judged to be significant.

Which of the following are explicitly cited as complementary evidence or lines of argument to support the final conclusions or recommendations of the safety case?

- g) The principles, guidelines and procedures that have been adhered to in order to achieve a robust system.
- h) Specific connections that are identified between safety and the roles of the various barriers within the multi-barrier concept.
- i) The fact that all *identified* safety-related issues that are important for the decision under consideration at the current development stage have been addressed.
- j) The consideration that has been given to all relevant data and information, together with their associated uncertainties.
- k) The fact that all models and databases that were utilised have been adequately tested.
- l) The use of a well-defined and rational assessment procedure, such that the effects of uncertainties on the conclusions of the assessment, in terms of safety, are minimised.
- m) The fact that results have been fully disclosed and subjected to quality-assurance and review procedures.

² NEA (1999) identifies 3 classes of uncertainty: completeness uncertainty (also termed scenario uncertainty), model uncertainty and parameter uncertainty. It also notes that there is overlap between the classes, and that assignment of an uncertainty to a particular class may depend on the way that the analyst chooses to formulate the problem.

- n) The existence of independent evidence, obtained, for example, by comparing assessment results with independent studies performed for similar disposal concepts (in particular, the results of sensitivity analyses within these studies).
- o) The existence of appropriate strategy to handle remaining, not-fully resolved safety-related issues, during future stages³.
- p) Other evidence and lines of argument.

REFERENCES

- NEA 1999: Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories: its Communication and Development, OECD/NEA Nuclear Energy Agency, Paris, France.
- NEA 2004a: Post-closure Safety Case for Geological Repositories: Nature and Purpose, OECD/NEA Nuclear Energy Agency, Paris, France. <http://www.nea.fr/html/rwm/reports/2004/nea3679-closure.pdf>
- NEA 2004b: Safety of Disposal of Spent Fuel, HLW and Long-lived ILW in Switzerland, OECD/NEA Nuclear Energy Agency, Paris, France. <http://www.nea.fr/html/rwm/reports/2004/nea5568-nagra.pdf>

³ According to both NEA (1999) and NEA (2004a), a key element of the safety case is the guidance that it provides for addressing critical uncertainties and any remaining open siting and design issues in the course of future programme stages. Uncertainties can be reduced by research investment, or else they can be avoided or their impact can be reduced through siting and design measures.

**Questionnaire de référence du Secrétariat de l'AEN pour recueillir des informations
sur des éléments rendant compte de la conformité avec des principes et des bonnes pratiques
arrêtés au niveau international lors de la préparation d'un dossier de sûreté à long terme
d'un stockage en formation géologique**

INTRODUCTION	13
BUT ET UTILISATION DU QUESTIONNAIRE.....	13
LE QUESTIONNAIRE	14
I. Gestion de l'ensemble du programme.....	15
I.1 Contraintes du programme.....	15
I.2 Stratégie de gestion.....	15
II. Principes, directives et procédures applicables à l'élaboration d'un système sûr et robuste.....	16
III. Évaluation de la sûreté et de la robustesse du système.....	17
III.1 Qualité de la méthode d'évaluation	18
III.2 Recensement et conceptualisation des caractéristiques, événements et processus (FEP).....	19
III.3 Établissement de modèles d'évaluation et constitution de bases de données	19
III.4 Application correcte de la méthodologie, des modèles, des bases de données et des codes.....	19
IV. Défense du dossier préalable au passage au stade de développement suivant	20
RÉFÉRENCES	21

INTRODUCTION

Ce questionnaire porte sur les principes et bonnes pratiques qui étayeraient la conviction de la bonne qualité du dossier de sûreté à long terme d'un stockage final de déchets à vie longue dans une formation géologique. Le dossier de sûreté est défini à l'AEN (2004a) de la façon suivante:

"... une synthèse des arguments et des éléments de preuve qui décrivent, quantifient et étayent la sûreté et le niveau de confiance dans la sûreté de l'installation de stockage en formation géologique".

La confiance elle-même est définie dans les documents de l'AEN (1999) de la façon suivante :

"La confiance est obtenue lorsque l'ensemble des conclusions apportées est jugé comme étant suffisamment étayé".

En général, un dossier de sûreté statuera, de manière explicite ou implicite, s'il y a confiance suffisante dans la possibilité d'atteindre les objectifs de sûreté visés pour justifier le passage à l'étape suivante de la planification ou de la mise en oeuvre du dépôt. Le rapport de l'AEN (2004a) précise clairement qu'il s'agit d'une déclaration de confiance de la part de l'auteur du dossier de sûreté — en principe l'exploitant — fondée sur les analyses et les arguments développés et les éléments de preuve recueillis. Il appartient au destinataire du dossier de sûreté de décider s'il adhère au raisonnement qui est présenté et s'il partage la conviction de l'auteur du dossier de sûreté. Les principes et bonnes pratiques qui, s'ils sont appliqués, devraient assurer cette confiance portent sur les aspects suivants :

- Avoir élaboré une stratégie efficace de gestion de la planification, de la mise en oeuvre et de la fermeture du dépôt.
- Avoir réalisé un système robuste.
- Avoir fourni une base d'évaluation adéquate (capacité d'évaluation).
- Avoir fourni des orientations relatives au traitement des principales incertitudes restantes.
- Avoir intégré les analyses et les arguments développés ainsi que les éléments de preuve apportés dans une série de conclusions qui permettent de justifier le passage à l'étape suivante de la planification ou de la mise en oeuvre du dépôt.

Les sections I à IV du questionnaire concernent ces différents aspects de la construction de sa propre conviction. Le questionnaire a été mis au point avec l'aide du groupe restreint de l'IGSC à la réunion de janvier 2005 qui s'est tenue à Washington DC. Il a ensuite été approuvé avec quelques modifications mineures, apportées à son annexe, lors de la réunion de mars 2005 du RWMC.

BUT ET UTILISATION DU QUESTIONNAIRE

Les expertises réalisées par l'AEN sont actuellement en cours de systématisation⁴. Afin d'assurer l'homogénéité de toutes expertises de dossiers de sûreté, il importe qu'une expertise n'omette rien

⁴ Voir le document « NEA/RWM/PEER(2005)1 » qui deviendra également une publication officielle de l'AEN.

d'important pour la définition du dossier de sûreté ou pour la démonstration des arguments qui plaident en faveur de la confiance manifestée par l'exploitant dans la qualité de son dossier de sûreté.

Un jugement sur le niveau de confiance doit toujours être établi contextuellement à la phase ou la procédure de décision du programme de développement du stockage que l'on soumet à une expertise. A cette fin, une liste de questions est fournie pour aider les équipes qui réaliseront les futures expertises. Cette liste contient les points clés présentés dans la brochure de l'AEN sur le dossier de sûreté (AEN 2004a) et le document sur la confiance publié par l'AEN en 1999. Grâce à cela, les membres de l'équipe d'experts internationaux tiendront compte dans leur expertise des éléments clés de la culture du dossier de sûreté élaborée par l'AEN et l'AIEA telle qu'elle transparaît dans la norme conjointe de l'AEN/AIEA relative au stockage des déchets de haute activité dans des formations géologiques ainsi que dans d'autres documents.

La phase des travaux dans laquelle se trouve l'organisation ayant demandée une expertise déterminera les questions qui revêtent de l'importance et celles qui sont secondaires. Ainsi, lorsqu'un programme entre dans la phase d'exploitation, il est inutile de s'attarder sur la description du processus de choix du site alors qu'il est indispensable d'avoir une connaissance approfondie des systèmes naturels et ouvrages. En revanche, un programme qui entame tout juste la phase de caractérisation du site devra décrire les traits particuliers du site et les enquêtes préalables qui ont conduit à son choix et n'aura pas autant d'éléments à donner sur les barrières ouvrages et naturelles.

L'objet de la matrice ci-jointe de questions n'est pas de donner le contenu d'un dossier de sûreté. *Elle doit faciliter l'expertise en permettant à l'organisme qui en bénéficie de répondre en se référant par exemple à la partie où l'étude étayait sa réponse. Si aucune page n'est mentionnée, l'équipe saura que ce point n'a pas été traité et pourra ainsi en demander la raison. Il peut y avoir des raisons tout à fait légitimes pour ne pas traiter un point, ou ne l'aborder que brièvement, comme nous l'avons vu ci-dessus.*

L'équipe d'experts internationaux peut alors prendre connaissance de ce qui a été fait et se prononcer sur l'adéquation des mesures en question au regard de l'objectif recherché ou de la décision à prendre. En règle générale, au cours d'une expertise, l'équipe demande une centaine de questions, parfois plusieurs centaines, et la liste fournie comme modèle n'est qu'un des instruments dont l'équipe peut se servir.

LE QUESTIONNAIRE

On trouvera ci-dessous un certain nombre de questions et leur raison d'être. Pour chacune des questions, la réponse doit :

- indiquer si les points énumérés ont été pris en compte dans le dossier de sûreté soumis à l'expertise, et
- préciser l'endroit dans la documentation du dossier de sûreté où ces points sont traités.

Il peut être utile, quoiqu'il ne soit pas indispensable, de fournir un court résumé de la manière dont les points énumérés ont été pris en compte.

Pour illustrer le type de réponses attendues, il suffit de se référer à l'annexe 1 du document de l'AEN (2004b), qui fournit les réponses à un questionnaire similaire dans le cadre de l'expertise du projet d'Opalinus Clay.

I. Gestion de l'ensemble du programme

I.1 Contraintes du programme

Un certain nombre de contraintes pèsent sur le déroulement de la planification et de la mise en oeuvre du dépôt. Parmi celles-ci, citons les impératifs du programme qui s'appliquent à toutes les étapes du programme de gestion des déchets auxquelles viennent s'ajouter des contraintes pratiques qui elles interviennent à des stades particuliers du déroulement d'un projet.

Lesquelles de ces contraintes concernent le projet soumis à l'expertise, et où sont-elles décrites dans les documents relatifs au projet ?

- a) Impératifs juridiques (par exemple, obligation pour tout dépôt destiné à recevoir des déchets produits au niveau national d'être situé sur le territoire national ainsi que obligation d'intégrer dans la conception du dépôt la possibilité dans une certaine mesure de récupérer les déchets).
- b) Le cadre réglementaire/l'autorisation qui requièrent la constitution d'un dossier de sûreté à des moments donnés du programme de planification et de développement.
- c) Diverses décisions stratégiques prises au niveau national (par exemple, d'envisager, parallèlement au choix national, des possibilités de stockage au niveau international, de retraiter le combustible usé ou de continuer un entreposage direct, d'étudier une ou plusieurs options différentes en ce qui concerne la roche hôte, d'examiner plus d'un type de conception, et de réaliser le dépôt en plusieurs étapes, en commençant par un dépôt pilote de démonstration pour une partie des déchets devant être stockés, etc...).
- d) Impératifs de temps pour la réalisation du dépôt qui peut être déterminé en fonction par exemple de la capacité d'entreposage disponible.

I.2 Stratégie de gestion

Selon des rapports de l'AEN (1999, 2004a), la stratégie de gestion coordonne les diverses activités requises pour la planification, la réalisation et la fermeture d'un dépôt, et notamment le choix du site et la conception, l'évaluation de sûreté, la caractérisation du site et des formes de déchets et la R-D. Elle permet de ne pas perdre de vue les objectifs du programme, de répartir les ressources entre des activités données et de vérifier que ces activités sont correctement réalisées et coordonnées.

Les principes techniques et de gestion suivants sont-ils appliqués dans le programme considéré, et, si oui, sont-ils décrits dans la documentation du dossier de sûreté ?

- a) Adoption d'une méthode progressive de planification et, s'il y a lieu de réalisation, ainsi que d'évaluation de la sûreté du dépôt.
- b) Mise en place d'une culture de sûreté (à savoir une démarche de sûreté cohérente et omniprésente) parmi tous ceux qui participent à tous les aspects de la planification et de la réalisation du dépôt, y compris l'élaboration du dossier de sûreté.

- c) Créer un système de maintenance des archives à long terme de sorte que les décisions prises dans le cadre du programme puissent s'inscrire dans un large contexte historique.
- d) Établissement de rapports clairs et efficaces entre l'organisme de réalisation du projet et les autorités de sûreté et/ou d'autres organismes de contrôle.

II. Principes, directives et procédures applicables à l'élaboration d'un système sûr et robuste

Conformément au document de l'AEN (2004a), des systèmes sont robustes s'ils ne présentent pas de caractéristiques et de phénomènes complexes, mal compris ou difficiles à décrire. Ils ont pour autre caractéristique de faciliter le contrôle qualité et de se distinguer par l'absence d'événements perturbateurs se produisant aussi bien à l'intérieur du dépôt ou de la roche hôte qu'à l'extérieur sous la forme de phénomènes géologiques et climatiques où ils offrent une relative insensibilité à ceux-ci. Ils se distinguent aussi par l'absence d'incertitudes susceptibles de compromettre la sûreté. Il existe divers principes, directives et critères qui ont pour but d'assurer la robustesse en limitant au maximum les phénomènes dommageables et les incertitudes et/ou les effets de l'incertitude sur l'évaluation de la sûreté.

Le document (NEA 1999) décrit deux catégories de robustesse :

Robustesse construite : introduction volontaire dans la conception de dispositions permettant d'améliorer les performances de sûreté, soit pour compenser des incertitudes et des phénomènes connus ou pour se prémunir contre les éventuelles conséquences de phénomènes d'origine inconnue. Ces éléments sont censés fournir une robustesse dite « construite » (par exemple, adoption de matrices de conditionnement des déchets plus résistantes dans le temps, surdimensionnement de certaines barrières, modification de l'agencement de l'installation, etc.).

Robustesse intrinsèque : choix d'un site et de dispositions de conception qui permettent d'éviter les phénomènes nuisibles et les sources d'incertitude grâce à l'intégration de dispositifs qui sont simples et pour lesquels il existe une expérience pratique et qui sont soumis à des processus bien compris. Ces caractéristiques apportent ce que l'on appelle une robustesse intrinsèque (par exemple, choix d'un site et d'une conception qui permet d'assurer un isolement à long terme, et qui présente des caractéristiques se prêtant à une évaluation crédible des performances).

Des orientations nationales ou internes (principes) existent-elles en ce qui concerne les points suivants ? Dans l'affirmative, lesquels des principes suivants ont été appliqués, et où trouve-t-on une description du respect des principes en question ?

- a) Intégration de larges marges de sûreté dans la conception du système (en particulier pendant les premières étapes de son développement).
- b) Adoption de provisions multiples de sûreté permettant d'éviter les incertitudes ou de démontrer la sûreté en présence des incertitudes restantes (cela comprend le concept de barrières multiples, ainsi que le concept de fonctions multiples de sûreté qui permet d'éviter d'être excessivement tributaires d'une seule disposition de sûreté).
- c) Adoption d'une stratégie flexible de développement et d'amélioration de la conception afin de mettre à profit efficacement la sûreté offerte par la roche hôte (conception adaptative).

- d) Autres pratiques et principes d'ingénierie destinés à favoriser la robustesse qui ne sont pas cités dans le tableau ci-dessus, par exemple le remblayage des accès, les mesures en vue d'éviter les intrusions humaines dans l'avenir, l'utilisation d'une surveillance institutionnelle (pendant un temps limité).
- e) Autres pratiques et principes rationnels d'ingénierie applicables à la conception, la construction et l'exploitation du dépôt.

Existe-t-il des directives nationales ou internes pour les points suivants. Dans l'affirmative, quelles sont-elles, ont-elles été appliquées et où trouve-t-on la description du respect de ces directives ?

- a) Directives relatives aux caractéristiques du site (par exemple, un site structurellement compréhensible et/ou caractérisable en termes de processus et d'événements — y compris les événements géologiques et les éventuelles intrusions humaines).
- b) Les directives/critères d'exclusion pour un site ou pour des zones à l'intérieur de ce site (par exemple, zone d'exclusion autour de structures géologiques aux propriétés inadaptées, zones de faiblesse régionale, etc.).
- c) Directives/critères relatifs au conditionnement des déchets (par exemple, interdiction des formes liquides de déchets, utilisation de matrices de déchets stables, utilisation de conteneurs à vie longue).
- d) Directives relatives à l'excavation de galeries (par exemple, méthodes de forage pour réduire au minimum les dommages).
- e) Directives relatives aux caractéristiques de dimensionnement (par exemple, la profondeur minimale du dépôt peut être précisée ; on peut chercher à trouver un site qui est plus grand que le minimum requis ; on peut incorporer dans la conception la possibilité de récupérer et de surveiller les déchets).

Lesquelles des procédures suivantes ont été appliquées, et où trouve-t-on la description du respect de ces procédures ?

- a) Les procédures d'expertise pour les décisions relatives au choix du site et à la conception.
- b) Les procédures d'assurance-qualité pour la caractérisation des sites, la conditionnement des déchets et la fabrication des conteneurs, la construction et l'exploitation du dépôt.

III. Évaluation de la sûreté et de la robustesse du système

Les moyens disponibles pour évaluer la sûreté et la robustesse d'un système de stockage sont désignés sous le terme générique de « capacité d'évaluation ». Cette capacité doit permettre de produire une évaluation d'une qualité et d'une fiabilité appropriée. Selon le document de l'AEN 1999, la capacité d'évaluation comprend :

- L'identification et la conceptualisation des caractéristiques, événements et processus (FEPs) importants pour la sûreté à l'aide, par exemple, d'une analyse et d'une caractérisation du site.

- L'identification et la mise au point de modèles d'évaluation appropriés et de leur couplage ainsi que la compilation des données requises et la mise en application des modèles, normalement sous forme de codes de calcul.
- Une gestion de la qualité permettant d'assurer l'application correcte et fiable de la méthodologie, des modèles, des bases de données et des codes pour l'évaluation des performances.

La méthodologie d'évaluation, y compris les méthodes de traitement des incertitudes dans l'évaluation font également partie de la capacité d'évaluation.

III.1 Qualité de la méthode d'évaluation

Les éléments suivants s'appliquent-ils à la méthodologie d'évaluation utilisée dans le dossier de sûreté concerné, et si oui où sont-ils décrits ?

- a) Identification d'un vaste éventail de scénarios enveloppes (chaque enveloppe représente une famille de scénarios) dépeignant l'évolution du système, qui couvrent l'ensemble des caractéristiques et évolutions possibles du système.
- b) Recensement d'une série plus limitée de scénarios pour l'évaluation quantitative ou qualitative dans le cadre de l'évaluation de la sûreté.
- c) Utilisation et justification de traitements simplifiés (par exemple de l'intrusion humaine et de la biosphère) pour lesquels il existe des incertitudes impossibles à quantifier et à réduire dans la pratique, aboutissant à un découplage de cette partie de l'analyse du reste de l'évaluation quantitative.
- d) Importance donnée aux composants du concept de stockage dont on est sûr qu'ils contribueront à la sûreté à un stade donné du développement (à tout stade du développement, les incertitudes sont susceptibles de revêtir une plus grande importance pour certains aspects de la conception du système que pour d'autres).
- e) Recensement des paramètres déterminants pour la sûreté (par exemple, à l'aide d'analyse de sensibilité et des incertitudes).
- f) Formulation, le cas échéant, de modèles conceptuels des processus concernés qui, conformément à un large éventail de preuves indépendantes, peuvent être appliqués.
- g) Utilisation et justification d'hypothèses "raisonnablement" prudentes (lorsque l'on ne peut pas démontrer que les hypothèses sont vraiment prudentes).
- h) Utilisation et justification d'hypothèses simplificatrices.
- i) Prise en compte d'autres modèles conceptuels.
- j) Prise en compte de l'incertitude liée aux paramètres.
- k) Prise en compte d'indicateurs de sûreté en plus de la dose et du risque.

III.2 Recensement et conceptualisation des caractéristiques, événements et processus (FEPs)

Dans quelle mesure les caractéristiques, événements et processus (FEPs) pris en compte et leur conceptualisation sont-ils basés sur les éléments suivants ?

- a) Avis d'experts et expertises (ces méthodes peuvent par exemple apporter la confiance, grâce à l'intervention de spécialistes indépendants sur le fait qu'aucune caractéristique géologique n'a été omise ou qu'il n'existe aucun risque d'intrusion d'eau oxydante à la suite de phénomènes climatiques).
- b) Compréhension des caractéristiques, événements et processus décrivant la conception du système et l'exhaustivité de ces FEP.
- c) Expérience et littérature scientifiques et techniques (analogues naturels, informations théoriques et expérimentales émanant de spécialistes des déchets radioactifs entre autres).
- d) Adoption d'une méthode structurée de description du système (en faisant appel par exemple à des matrices "d'interaction" ; les processus et les interactions entre les différents éléments du système peuvent être systématiquement recherchés pour garantir l'exhaustivité de l'analyse).

III.3 Établissement de modèles d'évaluation et constitution de bases de données

Dans quelle mesure le modèle d'évaluation et les valeurs des paramètres utilisés à l'appui du dossier de sûreté concerné sont-ils basés sur les éléments suivants ?

- a) Avis d'experts et revues par les pairs.
- b) Littérature et expérience scientifiques et techniques (informations théoriques et données expérimentales émanant de spécialistes des déchets radioactifs entre autres).
- c) Examen du comportement passé de formations rocheuses similaires.
- d) Études à grande échelle effectuées in situ et dans un laboratoire en formation géologique.
- e) Modèles mécanistiques d'extrapolation des mesures réalisées en laboratoire aux conditions in situ.
- f) Expérimentations réalisées dans le monde et collaboration à des projets internationaux.

III.4 Application correcte de la méthodologie, des modèles, des bases de données et des codes

Les mesures suivantes ont-elles été adoptées pour s'assurer de l'application correcte des méthodes, modèles, bases de données et codes de calcul utilisés pour le dossier de sûreté et dans l'affirmative où sont-elles décrites ?

- a) Procédures d'assurance-qualité pour les analyses réalisées, y compris les procédures d'expertise.
- b) Démonstration de la bonne compréhension des résultats, par exemple en utilisant des modèles simplifiés des principaux processus.
- c) Vérification de la capacité des codes de calcul à résoudre les équations utilisées pour la représentation mathématique des modèles conceptuels, par exemple en les comparant à des solutions analytiques et à des codes indépendants.

IV. Défense du dossier préalable à un passage au stade de développement suivant

Un dossier de sûreté doit fournir des preuves suffisamment concluantes qui permettent ainsi de d'avoir confiance dans la possibilité de réaliser un dépôt sûr pour justifier la décision d'entamer l'étape suivante de la planification ou de la réalisation

Un dossier de sûreté est généralement destiné en premier lieu à prouver que les conséquences d'un ensemble de scénarios sont acceptables au regard des règles d'acceptation. D'autres arguments sont toutefois indispensables pour prouver, par exemple, que le système a bien été choisi, que l'évaluation est d'une portée et d'une rigueur appropriées et que toute incertitude restante à un stade donné ne remet pas en question la viabilité ultime du projet.

Pour chacun des scénarios évalués dans le cadre du dossier de sûreté concerné, lesquels des points suivants s'appliquent ? lorsque soit e) ou f) s'applique, que se passe-t-il si des arguments sont présentés contre ces conclusions défavorables ?

- a) Aucune conséquence n'est attendue avant un certain laps de temps.
- b) Les conséquences et les probabilités restent inférieures (ou dans les limites) des critères d'acceptation compte tenu des incertitudes inhérentes au modèle et aux paramètres⁵.
- c) Les conséquences peuvent être égales ou supérieures aux limites d'acceptation, sachant toutefois que le scénario auquel elles correspondent a une probabilité d'occurrence faible.
- d) Des conséquences égales ou supérieures aux limites d'acceptation pourraient être identifiées mais celles-ci ne sont pas liées à l'évolution du système de dépôt mais à des facteurs externes, par exemple l'impact d'un météorite ou la guerre nucléaire. Dans ces cas, la présence du dépôt ne viendra probablement pas en tête des conséquences sur la santé.
- e) Des conséquences égales ou supérieures aux limites d'acceptation ont pu être décelées ; mais la probabilité du scénario correspondant est inconnue à l'heure actuelle.
- f) Des conséquences égales ou supérieures aux limites d'acceptation ont été identifiées et la probabilité de ces conséquences est estimée importante.

Parmi les points cités ci-dessous, lesquels font partie des éléments de preuve complémentaires ou des lignes d'argumentation en faveur des conclusions finales ou des recommandations du dossier de sûreté ?

- g) Les principes, directives et procédures qui ont été respectés pour réaliser un système robuste.
- h) Les liens spécifiques mis en évidence entre la sûreté et le rôle des diverses barrières au sein du concept de barrières multiples.
- i) Le fait que tous les problèmes de sûreté *décelés* qui sont importants pour la décision examinée au stade actuel de développement du projet ont été prises en compte.

⁵ Le document AEN (1999) recense trois catégories d'incertitudes : les incertitudes quant à l'exhaustivité (également appelées incertitudes du scénario), les incertitudes associées au modèle et les incertitudes spécifiques aux paramètres. Il souligne par ailleurs qu'il y a des chevauchements entre ces catégories et que l'affectation d'une incertitude à une catégorie spéciale dépendra de la formulation du problème adopté par l'analyste.

- j) La prise en compte de toutes les informations et données pertinentes et des incertitudes associées.
- k) Le fait que tous les modèles et les bases de données utilisés ont été correctement testés.
- l) L'utilisation d'une procédure d'évaluation bien établie et rationnelle permettant de minimiser les effets des incertitudes sur les conclusions de l'évaluation en termes de sûreté.
- m) Le fait que les résultats ont été communiqués dans leur totalité et soumis à des procédures d'assurance-qualité et d'examen par des pairs.
- n) L'existence de preuves indépendantes obtenues par exemple en comparant les résultats de l'évaluation à ceux d'études indépendantes réalisées pour des concepts de stockage similaires (en particulier les résultats d'analyse de sensibilité à l'intérieur des études en question).
- o) L'existence de stratégies appropriées pour la prise en compte des problèmes de sûreté restants et imparfaitement résolus au cours d'étapes futures du projet⁶.
- p) Autres éléments de preuve et lignes d'argumentation.

RÉFÉRENCES

- AEN 1999. Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories: its Communication and Development, OECD/NEA Nuclear Energy Agency, Paris, France.
- AEN 2004a. Dossier de sûreté post-fermeture d'un dépôt en formation géologique : nature et finalités, OCDE/AEN, Agence pour l'énergie nucléaire, Paris, France. <http://www.nea.fr/html/rwm/reports/2004/nea3679-closure.pdf>
- AEN 2004b. Safety of Disposal of Spent Fuel, HLW and Long-lived ILW in Switzerland, OECD/NEA Nuclear Energy Agency, Paris, France. <http://www.nea.fr/html/rwm/reports/2004/nea5568-nagra.pdf>

⁶ Selon le document de l'AEN (1999) et le document (2004a) un élément clé du dossier de sûreté réside dans les orientations qu'il contient sur le traitement des incertitudes importantes et tout problème de choix de site et de conception restant en suspens au cours d'étapes futures du programme. Les incertitudes peuvent être réduites par des investissements dans des recherches ou elles peuvent être évitées et leur impact peut être diminué en adoptant des mesures adaptées au niveau du choix du site et de la conception.