



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN

Office fédéral de l'énergie OFEN

ENSI 33/110 f

Prise de position sur le programme de gestion des déchets 2008 des responsables de la gestion des déchets

Brugg, décembre 2011 / Berne, décembre 2011

Impression:

Editeur

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN

Industriestrasse 19

CH-5200 Brugg

Téléphone: +41 (0)56 460 84 00

info@ensi.ch

www.ensi.ch

Table des matières

1	Impératifs et objet du programme de gestion des déchets	5
2	Provenance, genre et quantité des déchets radioactifs	9
3	Les dépôts en couches géologiques profondes	11
4	Attribution des déchets aux dépôts en couches géologiques profondes	17
5	Plan de réalisation des dépôts en couches géologiques profondes	19
6	Entreposage	31
7	Coût et financement de la gestion des déchets	33
8	Concept d'information	39
9	Résumé de l'appréciation et recommandations	41
10	Références	47
11	Glossaire et abréviations	49
12	Annexe: plan de réalisation et exigences des autorités	53

1 Impératifs et objet du programme de gestion des déchets

Introduction

En vertu de la nouvelle législation sur l'énergie nucléaire, entrée en vigueur le 1^{er} février 2005 (loi fédérale du 21 mars 2003 sur l'énergie nucléaire LENU, et ordonnance fédérale du 10 décembre 2004 sur l'énergie nucléaire OENU), les responsables de la gestion des déchets sont tenus de présenter un programme de gestion des déchets radioactifs. Conformément à l'art. 52 OENU, l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN¹) et l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) sont compétents pour vérifier ce programme. L'OFEN a par ailleurs sollicité l'avis de la Commission de sécurité nucléaire (CSN).

Le programme de gestion des déchets est soumis pour approbation au Conseil fédéral, qui présente un rapport à l'Assemblée fédérale à intervalles réguliers. Conformément à l'OENU, les responsables de la gestion des déchets sont tenus d'adapter le programme de gestion des déchets tous les cinq ans, ce qui permet de tenir compte des nouveaux enseignements, ainsi que des recommandations et des commentaires formulés par les autorités dans leurs prises de position.

Dans la décision qu'il a prise au sujet de la démonstration de la faisabilité du stockage des déchets radioactifs dans le cadre du projet Argiles à Opalinus, le Conseil fédéral a exigé que les exploitants des centrales nucléaires remettent, simultanément au programme de gestion des déchets, un rapport réunissant de manière systématique toutes les questions, remarques et recommandations encore en suspens; ce rapport doit indiquer dans quels délais et conditions ces points seront traités dans la suite de la procédure. Le Conseil fédéral a approuvé la Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008) le 2 avril 2008. Dans sa décision, il a précisé que le programme de gestion devait être présenté en même temps que les domaines d'implantation géologiques proposés par les responsables de la gestion des déchets. La Nagra a donné suite à ces exigences en octobre 2008 en publiant simultanément au programme de gestion (NTB 08-01) un rapport intitulé «*Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis*» (NTB 08-02). Dans le présent document, l'IFSN et l'OFEN se prononcent sur le rapport NTB 08-01.

Suite au séisme dévastateur qui a frappé le Japon le 11 mars 2011 et provoqué l'accident nucléaire de Fukushima, le Conseil fédéral a pris la décision, le 25 mai 2011, de sortir progressivement du nucléaire. Les centrales nucléaires existantes seront mises hors service au terme de leur durée d'exploitation et ne seront pas remplacées par de nouvelles installations. Le Conseil fédéral estime la durée d'exploitation des centrales nucléaires existantes à quelque 50 ans. Lorsque, dans le programme 2008, les responsables de la gestion des déchets ont estimé l'évolution des volumes des déchets en prévoyant la construction de futures centrales nucléaires, leurs considérations se situaient dans le droit fil de la politique énergétique appliquée à l'époque par le Conseil fédéral.

Les trois années séparant la présentation du programme et la publication de la prise de position de l'IFSN et de l'OFEN sont dues à la priorité accordée à la procédure de sélection de sites aptes à abriter un dépôt (plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»). Les autorités de surveillance n'ont pu se consacrer à l'examen du programme de gestion des déchets qu'après avoir terminé l'analyse des domaines d'implantation proposés par la Nagra à l'étape 1.

¹ Dans l'ancienne version de l'OENU, l'art. 52 OENU mandatait la DSN avec la surveillance du programme de gestion des déchets radioactifs. L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN est l'autorité de surveillance de la Confédération pour la sécurité et la sûreté nucléaire des installations nucléaires en Suisse. Elle est entrée en fonction le 1^{er} janvier 2009, succédant à la Division principale de la sécurité des installations nucléaires DSN.

Bases légales

Les exigences liées à l'élaboration du programme de gestion par les responsables de la gestion des déchets sont définies dans la législation sur l'énergie nucléaire:

- art. 32, al. 1 LENU: les personnes tenues d'évacuer les déchets radioactifs élaborent un programme de gestion des déchets. Celui-ci contient également un plan de financement qui s'étend jusqu'à la mise hors service des installations nucléaires. Le Conseil fédéral fixe le délai de mise sur pied du programme;
- art. 52, al. 1 OENU: les responsables de l'évacuation des déchets doivent fournir dans leur programme de gestion des indications sur:
 - a) la provenance, le genre et la quantité des déchets radioactifs;
 - b) les dépôts en couches géologiques profondes nécessaires et comment ils sont conçus;
 - c) l'attribution des déchets à ces dépôts;
 - d) le plan de réalisation de ces dépôts;
 - e) la durée de l'entreposage en entrepôts centralisés ou décentralisés et la capacité que ces entrepôts doivent avoir;
 - f) le plan financier des travaux d'évacuation des déchets jusqu'à la mise hors service des installations nucléaires, en précisant les travaux à accomplir, le montant des coûts et le mode de financement;
 - g) le concept d'information;
- art. 52, al. 2 OENU: les responsables de l'évacuation des déchets doivent adapter leur programme de gestion des déchets tous les cinq ans;
- art. 52, al. 3 OENU: l'IFSN et l'office sont compétents pour vérifier le programme de gestion des déchets et surveiller son application.

Le plan de réalisation fixé dans le programme de gestion des déchets sert de base à la mise à jour périodique des analyses des coûts de gestion des déchets et à la définition des provisions exigées par l'ordonnance sur le fonds de désaffectation et sur le fond de gestion des déchets radioactifs pour les installations nucléaires (OFDG).

Indications fournies par la Nagra

L'objet et le but du programme de gestion des déchets consistent à donner un aperçu général, du point de vue des responsables des déchets, des travaux nécessaires à la gestion de la totalité des déchets radioactifs en Suisse (programme de travail stratégique); le programme vise aussi à démontrer les impératifs et hypothèses appliqués à la conception des installations, ainsi qu'à leur réalisation par étapes. Le programme de gestion des déchets radioactifs établit:

- la situation initiale pour les différents aspects de la gestion des déchets, la marge de manœuvre disponible pour optimiser l'organisation de la gestion et le degré de flexibilité nécessaire pour tenir compte des développements futurs;
- la manière de procéder pour la réalisation des éléments de la gestion des déchets (notamment les dépôts en couches géologiques profondes) qui restent à concrétiser (le fameux plan de réalisation), ce qui doit être décidé ou réalisé dans quels délais et dans le cadre de quelles procédures

légalles ou administratives, comment mettre à profit la marge disponible pour optimiser les installations, comment maintenir le degré de flexibilité souhaité pour tenir compte d'éventuels développements futurs;

- les documents requis pour les différentes procédures, les activités prioritaires nécessaires pour réaliser les installations qui restent à concrétiser - à savoir les dépôts en couches géologiques profondes - et pour élaborer la documentation voulue, ainsi que les ressources (temps, coûts) nécessaires.

Le programme de gestion des déchets n'anticipe aucune décision générale ni décision qui doit être prise dans un autre contexte. Cela concerne notamment:

- l'évaluation de domaines et sites d'implantation géologiques potentiels dans le cadre de la procédure du plan sectoriel définie par l'OFEN (2008);
- la définition, dans les grandes lignes, d'un dépôt en couches géologiques profondes de DFMR, respectivement de DHR (site, conception des installations, catégories de déchets stockés, capacité maximale du dépôt) par le biais de l'autorisation générale prévue par la LENu;
- la définition détaillée du plan de conception des dépôts en couches géologiques profondes dans les différentes autorisations exigées par la LENu dans le domaine nucléaire;
- la définition par le biais des demandes, respectivement des autorisations d'études géologiques au sens de la LENu, des travaux de terrain à accomplir durant les différentes phases.

La Nagra a élaboré le programme de gestion des déchets sur mandat des responsables de la gestion des déchets; s'il s'adresse avant tout aux autorités, il est néanmoins rédigé pour informer également un plus large public.

Avis de l'IFSN et de l'OFEN

L'IFSN vérifie si le programme proposé par les responsables de la gestion des déchets tient compte des aspects énumérés dans la législation et les met en œuvre de manière appropriée.

D'autre part, l'IFSN examine les questions suivantes:

- La procédure et le calendrier proposés pour la réalisation des dépôts en couches géologiques profondes sont-ils plausibles?
- Le programme donne-t-il des explications sur des questions importantes actuellement en suspens au sujet de la réalisation de dépôts en couches géologiques profondes?
- Le programme donne-t-il des explications sur la manière dont sont abordées les questions en suspens et sur celles qui seront vraisemblablement examinées dans les détails d'ici la présentation du prochain programme de gestion des déchets?
- Le temps à disposition est-il suffisant pour clarifier correctement les questions en suspens par le biais de la recherche?
- Le concept des dépôts et le plan de réalisation respectent-ils les dispositions légales et sont-ils complets? Le concept des dépôts est-il techniquement réalisable? Tient-il compte de l'état actuel des connaissances dans les domaines scientifique et technique?

La structure de la documentation du programme de gestion 2008 (NTB 08-01) élaboré par les responsables de la gestion des déchets s'aligne sur les exigences de l'OENu. La présente prise de position est articulée autour de cette même structure.

Les points exigés par l'OENu - soit les points a) «la provenance, le genre et la quantité des déchets radioactifs», b) «les dépôts en couches géologiques profondes nécessaires et comment ils sont conçus» et c) «l'attribution des déchets à ces dépôts» ont déjà été évalués en détail dans l'expertise de l'IFSN concernant les domaines d'implantation proposés par la Nagra. L'IFSN s'est prononcée dans ENSI 33/070 sur le point a) (chap. 2.2), sur le point b) (chap. 3.1 à 3.3) et sur le point c) (chap. 2.4). Voilà pourquoi cette prise de position repose sur les avis émis dans cette expertise et s'y réfère.

Dans sa prise de position, l'IFSN met l'accent sur l'évaluation du point d) «le plan de réalisation des dépôts» et du point e) « entreposage ». Quant aux points f) «plan financier des travaux d'évacuation des déchets jusqu'à la mise hors service des installations nucléaires» et g) «concept d'information», ils ont été examinés par l'OFEN.

2 Provenance, genre et quantité des déchets radioactifs

Indications fournies par la Nagra

En Suisse, les déchets radioactifs résultent de l'exploitation de l'énergie nucléaire et de l'utilisation de matières radioactives dans la médecine, l'industrie et la recherche (déchets MIR). En concordance avec l'analyse des coûts (swissnuclear 2006a,b), le programme de gestion des déchets se base sur la quantité présumée de déchets produits par les centrales nucléaires existantes au terme d'une durée d'exploitation estimée à 50 ans et sur le volume des déchets MIR collecté jusqu'au terme de l'entreposage (d'ici 2050); ces chiffres constituent « le cas de référence ».

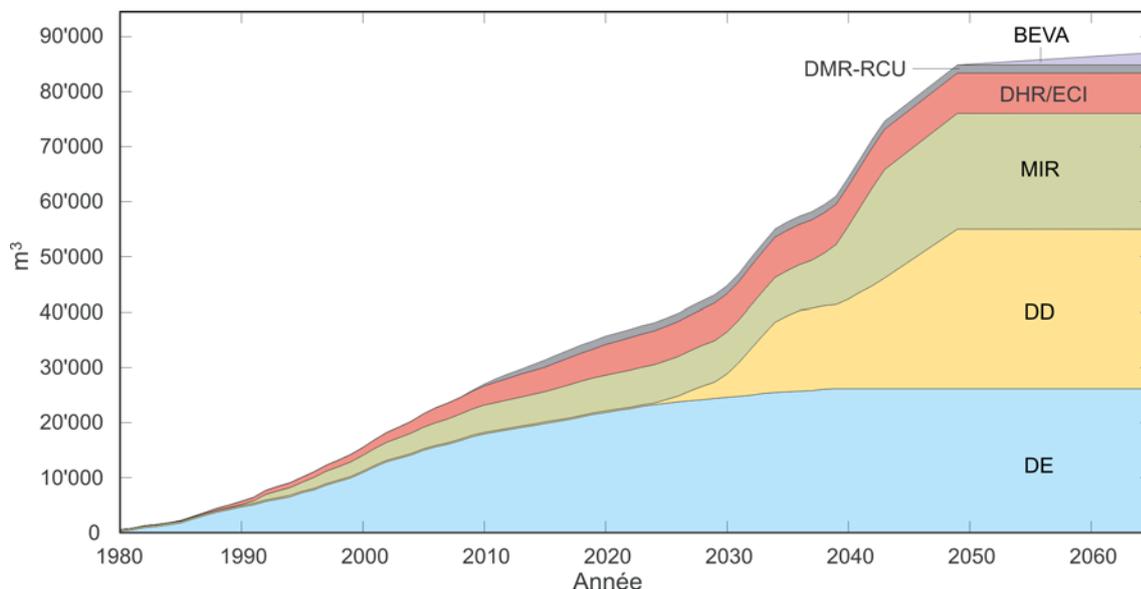


Illustration 2-1 : Volume (en m³) des déchets radioactifs produits en Suisse par les centrales nucléaires existantes au cours d'une durée d'exploitation de 50 ans et volume des déchets MIR collectés jusqu'en 2050. Les chiffres indiqués se réfèrent au volume des déchets conditionnés emballés dans des fûts de stockage final. Les déchets sont présentés selon leur provenance (DE: déchets résultant de l'exploitation des centrales nucléaires (y compris composants échangeables du cœur du réacteur (DR); ECI: éléments de combustible irradiés; BEVA: déchets résultant de l'exploitation et de la désaffectation de l'unité de conditionnement ECI et DHR; DHR: déchets vitrifiés hautement radioactifs issus du retraitement; MIR: déchets émanant des activités de la médecine, de l'industrie et de la recherche; DD: déchets résultant du démantèlement des centrales nucléaires; DMR-RCU: déchets moyennement radioactifs issus du retraitement de combustible usagé). L'augmentation des quantités de déchets après 2050 est due à l'exploitation et au démantèlement de l'unité de conditionnement pour ECI/DHR (BEVA), la réserve de 12 000 m³ pour déchets MIR n'est pas prise en compte (NTB 08-01. p.11).

Dans le programme de gestion des déchets 2008, la Nagra a envisagé une durée d'exploitation des centrales existantes prolongée de dix ans. Le cas échéant, l'augmentation - par rapport au cas de référence - du volume des déchets alphatoxiques/DFMR (en raison de la prolongation de l'exploitation, respectivement de la période de collecte des déchets MIR), serait modeste (+6%); pour les DHR entreposés dans des fûts de stockage final, l'accroissement du volume correspond à +29%.

Si la production d'électricité augmente de 5 GWe durant 60 ans (augmentation de la production d'environ 185%), le volume des déchets confinés dans des fûts de stockage final dépasserait de quelque 140% le volume prévu par le cas de référence pour les DHR, et de quelque 100% celui des déchets alphatoxiques/DFMR (hors déchets MIR). En raison de la période de collecte prolongée, un volume supplémentaire de déchets MIR est représenté; il comprend par ailleurs 25 000 m³ de déchets résultant

de la désaffectation de nouvelles installations de recherche présumées, mais qui ne sont pas encore planifiées à l'heure actuelle.

Avis de l'IFSN

L'IFSN a vérifié les indications de la Nagra sur l'inventaire des déchets dans le cadre de l'expertise de sécurité technique relative à la proposition de domaines d'implantation géologiques (ENSI 33/070). La méthode utilisée par la Nagra pour déduire les données du modèle appliqué aux déchets radioactifs (MIRAM ou inventaire-type des matières radioactives, NTB 08-06) sur la base de la banque de données de gestion des déchets radioactifs ISRAM est appropriée.

L'IFSN estime que les méthodes utilisées pour définir la typologie et dresser l'inventaire des différentes catégories de déchets sont indiquées. La documentation dans MIRAM est complète, appropriée et fournit les informations requises en matière de sécurité. Les volumes de déchets indiqués, l'inventaire complet des activités dressé pour le cas de référence, le scénario basé sur une durée d'exploitation des centrales de 60 ans, ainsi que le scénario prévoyant une production d'électricité additionnelle de 5 GWe grâce à de nouvelles centrales, satisfont aux exigences de la Conception générale du plan sectoriel «Dépôt en couches géologiques profondes» (OFEN 2008, chap. 2.5), et sont jugés suffisantes.

Pour ce qui est des déchets issus de la désaffectation d'importantes installations de recherche (PSI et CERN), l'IFSN estime nécessaire d'évaluer tout d'abord, dans le cadre de l'étape 1 du plan sectoriel, la place qu'occuperont ces déchets dans le dépôt. Les efforts visant à caractériser l'inventaire des radionucléides et le flux de matières que représentent ces déchets doivent être poursuivis; les données actualisées devront être consignées dans le prochain programme de gestion des déchets.

L'IFSN recommande aux responsables de la gestion des déchets d'évaluer périodiquement l'état de la technique en matière de traitement des déchets. De l'avis de l'IFSN, des mesures telles que la réduction de la teneur en matériau organique et la possibilité de fusion, voire, le cas échéant, de mesurer des déchets métalliques comme étant non radioactifs, respectent les exigences en matière de sécurité.

3 Les dépôts en couches géologiques profondes

Indications fournies par la Nagra

Le concept suisse de gestion des déchets prévoit deux types de dépôt en couches géologiques profondes, à savoir un dépôt DFMR (pour déchets faiblement et moyennement radioactifs) et un dépôt DHR (pour éléments de combustible irradiés, déchets hautement radioactifs vitrifiés résultant du retraitement des ECI et déchets moyennement radioactifs à vie longue).

Ces dépôts peuvent être construits dans deux sites distincts; néanmoins, si la situation géologique le permet, ils peuvent être situés au même endroit sous forme d'un dépôt dit combiné (deux cavernes de stockage distinctes situées soit dans la même couche géologique, soit dans des couches géologiques profondes différentes, cf. Illustration 3-1.)

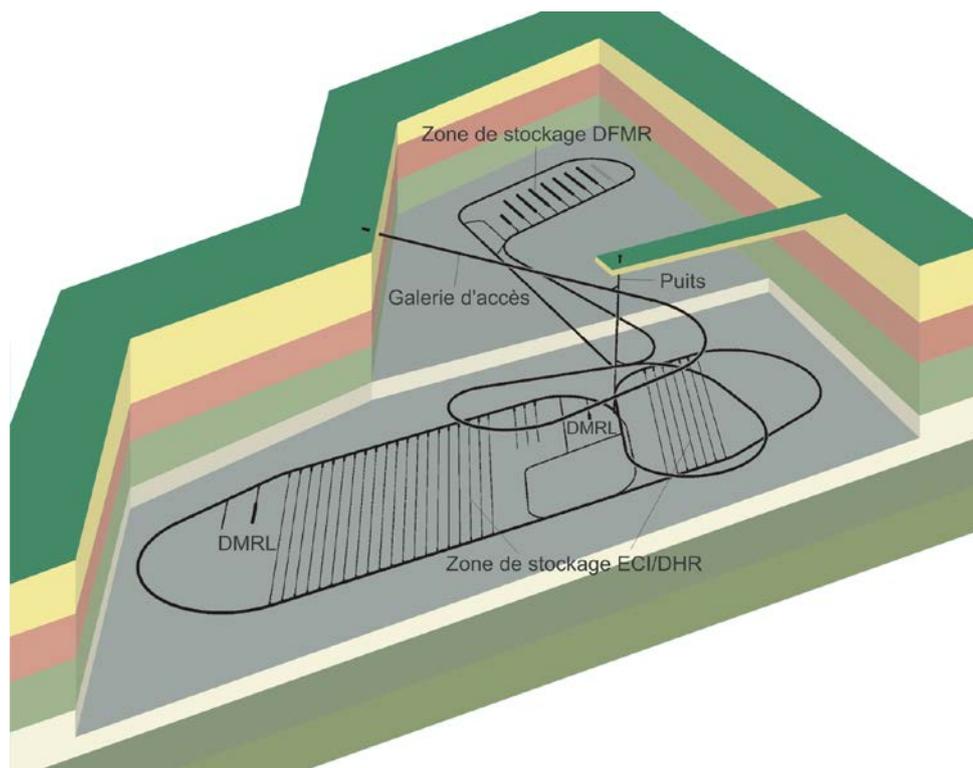


Illustration 3-1: Concept des ouvrages souterrains d'un dépôt combiné (cf. NTB 08-01, p. 42)

Dépôt DHR

Le projet (NTB 02-05) élaboré dans le cadre de la démonstration de la faisabilité du stockage des ECI/DHR/DMRL, et qui a été partiellement modifié en fonction des recommandations des autorités (adaptation de l'emplacement du puits pour le tracé de la galerie d'accès, section de certaines galeries), montre une possibilité de mettre en œuvre les impératifs et les hypothèses du concept. Le projet sert ici à des fins d'illustration; il sera affiné au fil des travaux et adapté en fonction des nouvelles connaissances et, plus tard, aux conditions spécifiques au site. L'illustration 3-2 représente un plan des installations souterraines.

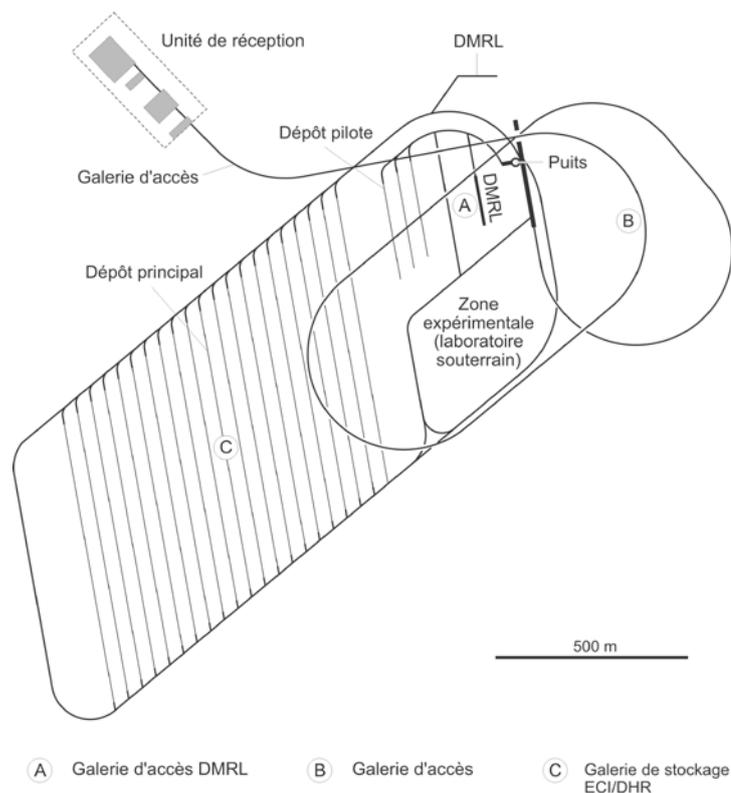


Illustration 3-2: Modèle de conception du dépôt DHR pour le scénario de référence (cf. NTB 08-01, p. 31).

L'entrée des galeries et cavernes de stockage passe par une galerie et un puits. Afin de disposer de la marge de manœuvre requise pour optimiser le concept, plusieurs alternatives restent ouvertes pour certains éléments, notamment:

- les conteneurs pour ECI et DHR, pour lesquels sont envisagés non seulement des conteneurs en acier, mais aussi d'autres matériaux (p. ex. conteneurs avec manteau de cuivre NTB 02-11);
- la bentonite en tant que matériel de remplissage, pour laquelle, outre la bentonite pure, entrent en ligne de compte également des mélanges d'agrégats de bentonite ou autres matières argileuses; les granulés proposés dans la démonstration de faisabilité pourraient aussi être remplacés par des blocs de bentonite;
- la sécurité géomécanique des galeries de stockage ECI et DHR, pour lesquelles le projet présenté pour la démonstration de faisabilité ne prévoyait aucune couche extérieure; reste qu'à l'avenir, cette possibilité devrait être envisagée selon le site concerné;

- l'aménagement des ouvrages de fermeture des galeries de stockage DMRL, de manière à ce que le gaz résultant de la corrosion ou dégradation puisse, lorsqu'il atteint une pression définie, être dévié le long des ouvrages de fermeture vers les couches géologiques supérieures (utilisation d'un matériel de scellement spécialement conçu à cet effet), au lieu de passer intégralement à travers la roche d'accueil. Ce gaz ne contient qu'une infime quantité de radioactivité;
- des variantes de conception pour l'accès souterrain (utilisation de galeries d'accès et/ou puits, longueur des galeries d'accès, galeries d'accès parallèles, emplacement des galeries et des puits, tracé de galeries servant à la construction et à l'exploitation, évitement de la zone de stockage, etc.);
- le transport des conteneurs de stockage final par la route plutôt que par le rail.

Le dépôt est conçu de manière à permettre une augmentation de la capacité de stockage. Son aménagement spatial effectif dépend des conditions spécifiques au site. D'autre part, toujours en fonction de la conception, les durées d'exploitation peuvent être prolongées. Par conséquent, des révisions et le remplacement, respectivement le renouvellement de certains éléments de construction et composantes sont à prévoir et à intégrer dans les concepts.

Dépôts DFMR

Dans le cadre de la planification, un modèle de concept de dépôt indépendant du site a été élaboré sur la base du projet Wellenberg. Ce projet est présenté ici à des fins d'illustration; il sera affiné au fil des travaux et adapté en fonction des nouvelles connaissances et, plus tard, aux conditions spécifiques au site. L'illustration 3-3 représente un plan de ce modèle de dépôt.

L'entrée des cavernes de stockage souterraines passe par une galerie et un puits. Afin de disposer de la marge de manœuvre requise pour optimiser le dépôt DFMR, plusieurs alternatives restent ouvertes, à savoir:

- l'adaptation de la section des galeries et cavernes de stockage, ainsi que de la longueur des cavernes en fonction des conditions effectives du site;
- l'utilisation de barrières techniques renforcées, éventuellement partiellement combinées avec des cavernes de stockage en forme de silo. Voir les dépôts de déchets faiblement et moyennement radioactifs en Finlande (dépôt VLJ à Olkiluoto, Vieno et al. 1998) et en Suède (SFR à Forsmark, SKI 2003);
- l'aménagement des ouvrages de fermeture de la galerie de stockage, de manière à ce que le gaz résultant de la corrosion ou dégradation puisse, lorsqu'il atteint une pression définie, être dévié le long des ouvrages de fermeture vers les couches géologiques supérieures (utilisation d'un matériel de scellement spécialement conçu à cet effet), au lieu de passer intégralement à travers la roche d'accueil.; ce gaz ne présente qu'une radioactivité infime;
- des variantes de conception pour l'accès souterrain (utilisation de galeries d'accès et/ou puits, longueur des galeries d'accès, galeries d'accès parallèles, emplacement des galeries et des puits, adaptation des éléments de tracé, évitement de la zone de stockage, etc.);
- le transport des fûts de stockage final par la route plutôt que par le rail.

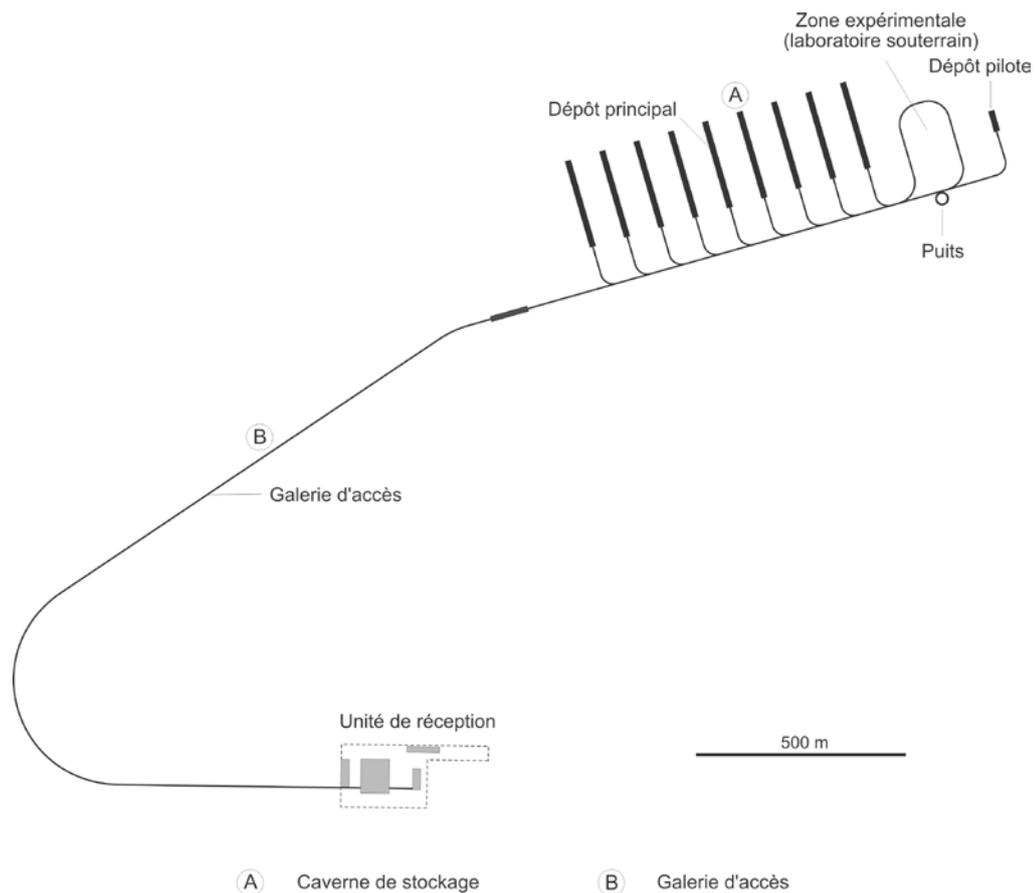


Illustration 3-3: modèle de conception du dépôt DFMR pour le scénario de référence (cf. NTB 08-01, p. 39).

La conception du dépôt permet la construction de nouvelles cavernes de stockage pour abriter des déchets supplémentaires. Son aménagement spatial effectif dépend des conditions spécifiques au site. D'autre part, le dépôt est conçu de sorte à ce que les durées d'exploitation puissent être prolongées. Par conséquent, des révisions et le remplacement, respectivement le renouvellement, de certains éléments de construction et composants sont à prévoir et à intégrer dans les concepts.

Les impératifs et les hypothèses du concept ont été définis pour les différents dépôts compte tenu des exigences légales et administratives; ils ont été appliqués à différents modèles de projet. Les concepts proposés satisfont à la condition énoncée dans la législation sur l'énergie nucléaire, à savoir que la sécurité à long terme doit être garantie par des barrières de sécurité passives multiples.

Dans la perspective de la future réalisation, plusieurs alternatives existent pour un certain nombre d'éléments des deux types de dépôt, afin de pouvoir tenir compte des conditions spécifiques au site concerné.

Il est important de s'assurer la marge de manœuvre nécessaire dans les procédures à venir de sorte que les informations et les connaissances nouvelles (résultats de l'exploration des sites ou de la recherche et du développement) puissent être intégrées dans la conception des dépôts, assurant ainsi un aménagement optimal. La planification doit également prendre en considération les déchets issus de

futurs développements de l'énergie nucléaire et de l'utilisation de matières radioactives dans la médecine, l'industrie et la recherche.

Avis de l'IFSN

La Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008, pp. 12-13) précise que le concept suisse de gestion des déchets prévoit aujourd'hui deux types de dépôt pour le stockage en profondeur: l'un pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs (DFMR) et l'autre pour les déchets hautement radioactifs (DHR). Le plan sectoriel mentionne par ailleurs qu'il est possible de construire un dépôt abritant toutes les catégories de déchets sur le même site.

Selon l'IFSN, le système de barrières multiples prévu par la Nagra dans le concept de dépôts est approprié pour garantir la protection durable de l'être humain et de l'environnement contre le rayonnement ionisant des déchets radioactifs exigée par la loi et la directive ENSI-G03. Le principe selon lequel tant les barrières techniques que les barrières géologiques doivent contribuer de manière significative à l'effet de barrière de l'ensemble du système, satisfait aux exigences des autorités. Les deux dépôts garantissent une sécurité à long terme par le biais d'un système de barrières techniques et naturelles multiples à action passive (système de barrières successives, cf. art. 11, al. 2, let. b OENu).

L'IFSN a examiné le concept du dépôt DHR en détail dans le cadre de la démonstration de la faisabilité du stockage des déchets radioactifs (HSK 35/99). De son point de vue, la Nagra a démontré de manière retraceable que le système de dépôt décrit satisfait à l'impératif de la protection durable de l'être humain et de l'environnement. La méthodologie appliquée pour la démonstration de la sécurité à long terme s'aligne sur le procédé qui s'est établi sur le plan international. Conformément au plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008, p. 57), les responsables de la gestion des déchets sont tenus de démontrer, pour les deux types de dépôt, dans quelle mesure les différents éléments du système de barrières contribuent à la sécurité du dépôt dans son ensemble. La Nagra a documenté ces démarches de manière claire et retraceable dans ses analyses concernant l'efficacité des éléments des systèmes de barrière pour ECI, DHR, DMRL et DFMR (NTB 08-05, chap.4.7). Dans le cas d'un dépôt DHR, l'effet de barrière de la roche d'accueil Argiles à Opalinus (HSK 35/99, p. 207) et, de manière générale, du système de barrières multiples (HSK 35/99, p. 210), a déjà été examiné lors de la démonstration de faisabilité.

Dans ses modèles de calcul indépendants (ENSI 33/070), l'IFSN a retracé la diffusion de radionucléides hors du dépôt DFMR à travers les barrières techniques et naturelles pour atteindre la biosphère, vérifiant par là également l'efficacité de chaque barrière. L'indicateur «Espace disponible en sous-sol» employé dans le cadre de l'élaboration de la proposition des domaines d'implantation géologiques requiert un doublement de l'inventaire élargi des déchets, correspondant à un doublement de l'extension latérale. Cette condition est exigée pour que l'espace disponible soit jugé favorable. Selon l'état actuel des connaissances, un espace disponible plus que doublé semble suffisant pour tenir compte des possibles limitations et incertitudes géologiques. La marge de manœuvre nécessaire pour optimiser la conception des installations de dépôt est donc ainsi garantie.

Jusqu'à ce jour, des rapports sur la sécurité technique ont été remis pour un dépôt DFMR (Wellenberg) et pour un dépôt DHR (Weinland zurichois), puis vérifiés par l'IFSN (HSK 30/99 resp. HSK 35/99). La Nagra a défini le mode de calcul des courbes des doses journalières pour un dépôt combiné (NTB 10-01, III. 7.1-1) dans le cadre de l'évaluation des documents géologiques rattachés à l'analyse préliminaire de sécurité prévue à l'étape 2 du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes». Les résultats prouvent que les critères de protection exigés par la directive ENSI-G03 peuvent être remplis.

4 Attribution des déchets aux dépôts en couches géologiques profondes

A l'étape 1 du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes», les responsables de la gestion des déchets ont dans un premier temps défini l'attribution des déchets au dépôt de déchets faiblement et moyennement radioactifs (dépôt DFMR) et au dépôt de déchets hautement radioactifs (DHR). Il existe en principe plusieurs possibilités pour attribuer les différentes catégories de déchets définies à l'art. 51 OENu (déchets de haute activité ou déchets hautement radioactifs DHR, déchets alphatoxiques, déchets de faible ou de moyenne activité ou déchets faiblement et moyennement radioactifs DFMR) aux deux types de dépôt. Les responsables de la gestion des déchets sont tenus de proposer des solutions adéquates, lesquelles sont vérifiées par les autorités.

Indications fournies par la Nagra

L'attribution des déchets appliquée pour l'élaboration des propositions de domaines d'implantation géologiques se fonde sur des considérations liées à la sécurité (NTB 08-05) et respecte les exigences du plan sectoriel (OFEN, 2008). Parmi les DFMR (conformément à l'OENu) attribués au dépôt DHR figurent essentiellement des composants de réacteur pouvant être échangés (parties de barres de contrôle et de lances de mesure et petites pièces fortement activées), ainsi que certains déchets MIR (déchets à teneur en uranium émanant de la recherche).

Les catégories de déchets stockés, ainsi que la capacité maximale du dépôt DFMR, respectivement DHR, sont formellement définies dans l'autorisation générale. Les conditions détaillées liées au stockage des déchets ne seront fixées que dans l'autorisation de construire ou l'autorisation d'exploiter, une fois que toutes les informations requises seront disponibles (résultats des investigations détaillées menées sur le site, dimensionnement détaillé des barrières techniques, volumes de déchets effectifs); selon la teneur de ces informations, l'attribution des déchets peut être légèrement adaptée.

Avis de l'IFSN

Conformément au plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes», l'attribution des déchets dépend en premier lieu des caractéristiques des déchets suivantes (OFEN 2008, p. 57):

- l'inventaire et la période radioactive des radionucléides;
- le choix des nucléides pertinents sur le plan de la sécurité technique (appréciation de la toxicité radiologique);
- le volume des déchets;
- les propriétés du matériel (matrice, conteneurs) et leurs possibles effets sur la roche d'accueil;
- la production de chaleur;
- la teneur en composants pouvant produire du gaz (métaux, substances organiques);
- ainsi que la teneur en complexants.

L'IFSN a effectué et consigné ses propres calculs (ENSI 33/55) afin de vérifier l'attribution des déchets proposée par la Nagra. Celle-ci a présenté l'attribution des déchets au dépôt DFMR et au dépôt DHR, ainsi que l'inventaire y afférent, de manière transparente et retraçable dans la documentation remise en même temps que la proposition de domaines d'implantation géologiques dans NTB 08-05. L'IFSN estime que l'attribution des déchets choisie par la Nagra est plausible et l'approuve (ENSI 33/070, chap.2.4).

5 Plan de réalisation des dépôts en couches géologiques profondes

Le plan de réalisation est un instrument de planification et de contrôle essentiel pour la planification et la mise en place de l'infrastructure nécessaire à la gestion des déchets radioactifs. Il sert de référence aux responsables des déchets pour la réalisation progressive et systématique des projets et des procédures nécessaires; d'autre part, le plan de réalisation soutient l'autorité compétente dans ses fonctions de surveillance de la gestion des déchets radioactifs, en ce qu'il autorise un suivi, respectivement un contrôle anticipé proactif des tâches techniques et des exigences des autorités qui y sont liées.

Indications fournies par la Nagra

Sélection des sites d'implantation

La procédure de sélection des sites définie par la Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008) comporte trois étapes décrites dans les détails. Sur la base des propositions des responsables de la gestion des déchets, l'étape 1 du plan sectoriel (information préalable) aboutit à une sélection de domaines d'implantation géologiques pouvant abriter un dépôt DFMR et/ou un dépôt DHR; cette sélection est consignée dans les fiches d'objet. L'étape 2 (coordination en cours) débouche sur la désignation d'au moins deux sites pour un dépôt DHR ou un dépôt DFMR, qui sont eux aussi consignés dans les fiches d'objet correspondantes. Par la suite, il s'agit de réunir des connaissances suffisantes pour procéder à une comparaison définitive d'au moins deux sites pour le dépôt DHR et le dépôt DFMR. Cela nécessitera des travaux de terrain sujets à autorisation. La comparaison aboutit à la désignation d'un site pour chaque type de dépôt (ou d'un site pour un dépôt combiné) en vue de préparer les demandes d'autorisation générale et l'inscription au plan sectoriel, à titre de coordination réglée, du dépôt DHR et du dépôt DFMR (ou du dépôt combiné). Une fois qu'elles ont été examinées par les autorités, les demandes d'autorisation générale sont accordées par le Conseil fédéral; les coordinations réglées (au sens du plan sectoriel ou de la loi sur l'aménagement du territoire) sont approuvées et consignées dans les fiches d'objet. Les autorisations générales sont soumises à l'Assemblée générale pour approbation et sont sujettes au référendum facultatif à l'échelle nationale. A l'étape 3, un des sites rejetés à l'étape précédente est choisi en réserve (en option) pour chaque type de dépôt et demeure inscrit au plan sectoriel à titre de coordination en cours jusqu'à l'octroi de l'autorisation d'exploiter. La procédure de sélection des sites (toutes les trois étapes) du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008) accorde la priorité absolue à la sécurité, qui prime les aspects socio-économiques et ceux relevant de l'aménagement du territoire.

Plan de réalisation

Une fois le site désigné par une décision dans l'autorisation générale et inscrit au plan sectoriel à titre de coordination réglée, d'autres procédures d'autorisation prévues par la LENU et l'OENU suivent:

procédures concernant de nouveaux travaux de terrain sujets à autorisation (en complément des investigations menées depuis la surface, construction et exploitation des laboratoires souterrains), autorisation de construire, autorisation d'exploiter et - au terme des phases d'exploitation et d'observation - ordre de fermeture du dépôt émanant du Conseil fédéral. Ces procédures d'autorisation tiennent également compte d'un certain nombre d'aspects ayant trait à d'autres domaines, notamment l'aménagement du territoire et l'étude de l'impact sur l'environnement.

Le plan de réalisation des dépôts en couches géologiques profondes DHR et DFMR peut être représenté sous la forme d'un diagramme à colonnes (cf. Illustration 5-1); il se base sur les procédures d'autorisation exigées par la loi et tient compte du temps requis pour les travaux techniques et l'expertise menée par les autorités

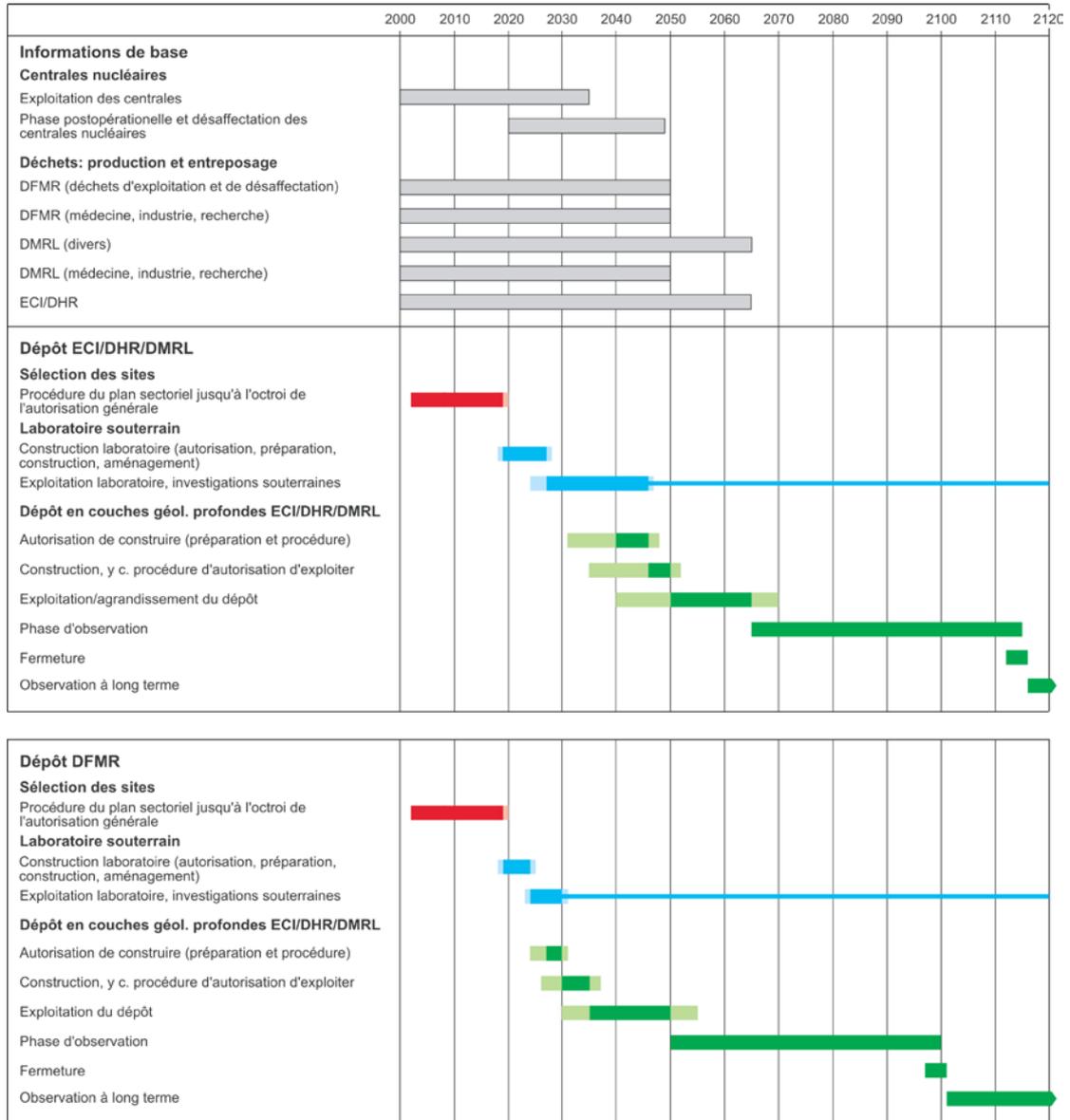


Illustration 5-1: Le plan de réalisation du dépôt DHR et du dépôt DFMR intègre les hypothèses de l'analyse des coûts 2006 et les exigences définies dans la Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (combinaison des Tableaux 51a et 51b, NTB 08-01, pp. 52 et 53).

Le plan de réalisation tient notamment compte:

- des autorisations légales, des autorisations émanant des autorités, et des points de décision y afférents;
- des documents requis pour ces autorisations et du temps nécessaire pour effectuer les travaux techniques et scientifiques voulus;
- du temps nécessité par les procédures (d'autorisation) officielles;
- du temps requis par l'intégration des différents groupes de défense d'intérêts dans le processus décisionnel;
- d'autres conditions cadres temporelles dans le domaine technique (p. ex. temps de décroissance radioactive des éléments de combustible irradiés et des déchets hautement radioactifs vitrifiés).

Une autorisation générale doit reposer sur des connaissances suffisantes qui permettent des déclarations solidement étayées sur la sécurité et la faisabilité technique. Cette exigence s'applique aux propriétés de la roche d'accueil (identifiées en partie grâce à des investigations indépendantes du site, cf. NTB 08-01, chap. 5.6), à l'espace disponible, ainsi qu'à la conception de l'installation dans ses grandes lignes. Ces informations peuvent être recueillies au moyen d'investigations conduites depuis la surface (recherches sismiques, forages) et complétées par des travaux indépendants des sites. Au stade de l'autorisation générale, il peut subsister plusieurs alternatives pour un certain nombre d'éléments du concept de dépôt (dimensionnement des barrières techniques, technologie appliquée pour la construction, exploitation et fermeture de l'installation).

La Nagra (NTB 08-01, p. 59) part du principe que les projets et demandes d'exploration souterraine seront préparés parallèlement à la procédure d'autorisation générale. Ces demandes portent sur des investigations complémentaires effectuées depuis la surface, notamment la construction et l'exploitation d'un laboratoire souterrain accessible par une galerie d'accès (év. avec puits). D'autre part, la Nagra estime que les autorités peuvent procéder à l'examen technique des demandes avant l'octroi définitif de l'autorisation générale; ainsi, les investigations conduites depuis la surface et la construction de l'accès au laboratoire souterrain peuvent démarrer rapidement après l'octroi de l'autorisation générale.

L'aménagement détaillé des ouvrages souterrains, la conception détaillée des cavernes du dépôt et des barrières techniques, ainsi que l'infrastructure et la technologie utilisées pour la construction, l'exploitation et la fermeture du dépôt sont définis dans le cadre de l'autorisation de construire (cf. LENU); celle-ci est accordée au terme de l'exploration souterraine.

Mise en œuvre

Une multitude de thèmes doivent être abordés lors de la mise en œuvre du plan de réalisation (cf. NTB 08-01, Tab. A.3-1, Annexe A.3), parmi lesquels des questions ayant trait à la géologie, à la sécurité, à l'inventaire des déchets radioactifs, ainsi qu'à la conception, à la construction, à l'exploitation et à la fermeture ultérieures des dépôts géologiques en couches profondes. Dans le cas des DHR, les remarques sur les futurs travaux, émises par les autorités et les experts dans leurs expertises et leurs prises de position sur la démonstration de la faisabilité, sont également prises en compte (cf. également le rapport de la Nagra à ce sujet NTB 08-02).

Le plan de réalisation proposé et ses points de décision assurent une marge de manœuvre suffisante pour optimiser la gestion des déchets et garantissent la flexibilité nécessaire pour tenir compte des futurs développements relatifs aux déchets à stocker. Ainsi, les expériences recueillies dans le cadre des programmes étrangers déterminants pour la Suisse (notamment en France, en Suède et en Finlande) peuvent elles aussi être prises en considération.

Travaux indépendants du site

Les travaux indépendants du site doivent permettre de mieux comprendre les phénomènes indépendants du site dans le domaine de la sécurité, afin de diminuer les incertitudes qui demeurent à ce sujet. Ces travaux concernent les barrières géologiques et techniques. Les résultats viennent compléter les informations et données spécifiques au site prises en considération pour évaluer le site d'implantation et la sécurité.

Dans le cadre des travaux indépendants du site sont également développés des modules des dépôts en couches géologiques profondes (éléments de l'infrastructure de surface, barrières techniques et cavernes de dépôt correspondantes, technologie utilisée pour la construction, l'exploitation et la fermeture du dépôt); ils sont adaptés aux conditions du site dans le cadre de la mise en place du dépôt.

Procédure à suivre pour la réalisation d'un dépôt DHR, respectivement DFMR

Avant de déposer une demande d'autorisation générale, les investigations et travaux suivants notamment doivent être réalisés sur le site sélectionné:

- consolidation de la documentation géologique: évaluation et analyse de tous les documents géologiques et élaboration d'une synthèse réunissant des données géologiques sur la sécurité à long terme et la projection des installations;
- approfondissement des projets liés à l'installation (y compris l'exploitation et la fermeture). Pour ce faire, l'installation doit être définie dans les grandes lignes: la disposition et les concepts des installations de surface d'une part, le périmètre déterminant la disposition des cavernes de stockage pour les installations souterraines et le concept des barrières d'autre part;
- évaluation de la sécurité (rapport sur la sécurité) et comparaison des options à disposition;
- établissement de l'impact sur l'environnement (EIE 1^{er} degré);
- concordance entre l'aménagement du territoire et la conception de l'infrastructure de surface;
- élaboration d'un concept de veille;
- rédaction d'un rapport de sûreté (concept).

Les thèmes qui doivent être traités dans le cadre de la préparation et de la réalisation des dépôts en couches géologiques profondes, ainsi que les points prioritaires détaillés correspondent aux conclusions formulées par la Nagra dans les étapes réalisées jusqu'ici (p. ex. demande d'autorisation générale Wellenberg, projet Cristallin-I, démonstration de la faisabilité du stockage DHR, proposition de domaines d'implantation pour un dépôt DHR et DFMR conformément à l'étape 1 du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»). Dans ce contexte, la Nagra distingue les domaines de travail suivants:

- études géologiques;
- sécurité et clarification de phénomènes pertinents en matière de sécurité;
- matières et déchets radioactifs (indépendamment du site);
- conception et, ultérieurement, construction, exploitation et fermeture du dépôt en couches géologiques profondes;
- organisation (gestion et planification);
- information.

Les investigations effectuées dans le cadre des travaux indépendants du site (cf. NTB 08-01, chap. 5.6), qui doivent être réalisées pour la demande d'autorisation générale, permettront de comprendre les phénomènes clés encore mieux qu'au moment de la démonstration de la faisabilité du stockage des éléments de combustible irradiés, des déchets hautement radioactifs vitrifiés et des déchets moyennement radioactifs à vie longue (NTB 08-05). Cela concerne notamment:

- l'émanation de gaz à travers la roche d'accueil et la bentonite (y compris l'identification des possibilités permettant de diminuer la production de gaz, p. ex. autre matériel pour conteneurs);

- la conception et le comportement des barrières techniques;
- la répercussion des valeurs de pH élevé sur la roche d'accueil;
- la veille (concepts d'études, expériences avec conditions reproduisant fidèlement celles d'un dépôt).

Autres informations

Outre le présent programme de gestion des déchets, la Nagra a documenté en détail dans le plan de recherche, de développement et de démonstration (*Research, Development & Demonstration*, abréviation *RD&D* en anglais, NTB 09-06) les travaux scientifiques et techniques nécessaires à la réalisation par étapes des dépôts en couches géologiques profondes de déchets faiblement et moyennement radioactifs (DFMR), d'éléments de combustible irradiés, de déchets hautement radioactifs vitrifiés et de déchets moyennement radioactifs à vie longue (ECI/DHR/DMRL). Le plan *RD&D* consiste essentiellement à fixer le but, l'étendue, la nature et le calendrier des futures activités *RD&D*, sur la base des exigences et des hypothèses de planification définies pour la réalisation du dépôt.

Dans leurs expertises et prises de position sur le projet Argiles à Opalinus visant à démontrer la faisabilité du stockage d'ECI, DHR et DMRL, les autorités et leurs experts ont émis de nombreux avis et recommandations sur la procédure à suivre. Les responsables de la gestion des déchets ont analysé ces prises de position et expertises et tenu compte des avis et recommandations dans leur plan de travail; d'autre part, ils ont systématiquement réuni et consigné toutes les questions, remarques et recommandations encore en suspens (NTB 0802). Ce rapport montre comment ces éléments seront abordés correctement et dans les délais dans la suite de la procédure.

Avis de l'IFSN

La réalisation d'un dépôt en couches géologiques profondes est un processus subdivisé en plusieurs étapes (Illustration 12-1); la mise à jour périodique du programme de gestion des déchets permet de tenir compte de l'avancement du projet et du traitement des questions en suspens. Les exigences établies par les autorités pour le plan de réalisation sont résumées dans l'annexe. Le plan de réalisation présenté renseigne sur la sélection des sites définie dans le plan sectoriel et sur les différentes étapes du processus d'autorisation (autorisation générale, autorisation de construire et autorisation d'exploiter), la fermeture et le déclassement du dépôt en couches géologiques profondes de la législation en matière d'énergie nucléaire.

Le plan de réalisation d'un dépôt DFMR, respectivement d'un dépôt DHR présenté par la Nagra respecte les procédures d'autorisation légales et administratives (accordées dans le domaine nucléaire):

- procédure autorisant la réalisation d'études géologiques au sens de la LENU/ OENU en vue de comparer la sécurité du dépôt en couches géologiques profondes sur les différents sites sélectionnés sur la base de données scientifiques;
- autorisation générale;
- procédure appliquée aux travaux souterrains nécessitant une autorisation; ces derniers viennent compléter les investigations réalisées depuis la surface en vue du dépôt de la demande de construire (construction et exploitation du laboratoire souterrain);
- autorisation de construire accordée dans le domaine nucléaire;
- autorisation d'exploiter accordée dans le domaine nucléaire;
- ordre de fermeture du dépôt;

- év. surveillance à long terme ordonnée par le Conseil fédéral;

En outre, le plan de réalisation tient compte d'autres principes contenus dans la législation ou les exigences des autorités :

- gestion des déchets radioactifs en principe en Suisse;
- préparation et mise en œuvre, par les générations qui en bénéficient, d'une gestion sûre et durable des déchets radioactifs résultant de l'exploitation des centrales nucléaires et des activités de la médecine, de l'industrie et de la recherche;
- sélection de sites pouvant abriter un dépôt DFMR et un dépôt DHR dans le cadre du plan sectorielconcrétisation appropriée des concepts ou projets avec le degré de détail et le fondement technique et scientifique voulus (aspects essentiels: sécurité et faisabilité technique, possibilité de surveillance et de récupération des déchets);
- optimisation : lors de chaque étape de réalisation du dépôt en profondeur, des alternatives en vue de l'optimisation de la sécurité sont à considérer ;
- large adhésion sociale par l'intégration de groupes de défense d'intérêts.

L'IFSN a examiné et évalué la réalisation par étapes des dépôts en couches géologiques profondes prévus et l'utilité du plan de réalisation pour un dépôt DFMR ou DHR à l'aide des questions suivantes:

Les exigences des autorités en matière de sécurité, les exigences relatives aux procédures d'autorisation nucléaires définies dans la LENU, l'OENU, le plan sectoriel et la directive de l'ENSI-G03 ont-elles été respectées? Les hypothèses qui en ont été déduites sont-elles correctes et complètes?

Après avoir examiné et évalué le plan de réalisation proposé, l'IFSN conclut que les responsables de la gestion des déchets ont respecté les exigences légales et administratives définies dans la LENU, l'OENU, le plan sectoriel et la directive HSK-R-21, valable en 2008. Le plan de réalisation reprend les étapes de la procédure d'autorisation applicable dans le domaine nucléaire correctement et de manière transparente; il en est de même pour la procédure de sélection des sites (OFEN 2008).

Le programme de gestion des déchets, respectivement le plan de réalisation correspondant, ayant été élaboré avant l'entrée en vigueur de la directive de l'ENSI-G03 («*Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis*»), la mise en œuvre d'exigences spécifiques de la directive devra être concrétisée de manière adéquate dans les futures versions du programme.

Le plan de réalisation est-il correct et complet dans les grandes lignes?

Le plan de réalisation pour un dépôt DFMR ou DHR suit la procédure prévue par la LENU et l'OENU et en respecte correctement toutes les étapes. Le plan tel qu'il est présenté est approprié: il suit scrupuleusement les exigences du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008) pour ce qui est des phases de mise en œuvre immédiates, notamment la définition des sites d'implantation. Dans la perspective des phases de réalisation ultérieures, l'IFSN attend une concrétisation circonstanciée des activités requises dans les futurs programmes de gestion des déchets.

Le calendrier du plan de réalisation concorde-t-il avec la date de mise en exploitation souhaitée du dépôt DFMR ou DHR?

Le calendrier présenté par les responsables de la gestion des déchets pour la réalisation des travaux techniques et la mise en œuvre des procédures officielles requises est basé sur le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008; p. 6); il prévoit la mise en service du dépôt DFMR dès 2030, respectivement du dépôt DHR dès 2040. Il part du principe que tous les acteurs impliqués (responsables de la gestion des déchets, autorités compétentes en matière d'autorisations et autorités de surveillance) s'engagent à effectuer les travaux sans retard et que les moyens de droit ne soient pas saisis dans le cadre des procédures d'autorisation nécessaires.

L'examen technique des demandes visant à obtenir l'autorisation de procéder à des investigations souterraines (études géologiques au sens de la LENU/OENU, construction et exploitation de laboratoires souterrains), que les responsables de la gestion des déchets proposent de réaliser avant l'octroi définitif de l'autorisation générale pour un dépôt DFMR ou DHR (cf. NTB 08-01, chap. 5.4.2), doit être coordonné avec la procédure d'autorisation générale. L'Assemblée fédérale doit approuver l'autorisation générale avant que le département compétent ne puisse autoriser des investigations souterraines.

Pour l'IFSN, l'horizon de moins de dix ans prévu pour l'autorisation, la préparation, la construction et l'exploitation du laboratoire souterrain (à l'exception de quelques observations à long terme) sur le site du dépôt DFMR est trop optimiste; selon elle, ce délai est insuffisant pour recueillir les données dans les domaines de la géologie, de la sécurité technique et de la technique de construction nécessaires pour déposer une demande d'autorisation générale. Le calendrier de réalisation défini par la Nagra pour le dépôt DFMR dans NTB 08-01, Tableau A.4-2 part du principe que:

- la procédure d'autorisation du laboratoire souterrain prendra deux ans dans le meilleur des cas (2019-2020);
- les investigations complémentaires (forages) et la construction du laboratoire souterrain (ouvrages d'accès et laboratoire souterrain) dureront environ cinq ans (2020 - 2025);
- la mise en place et la réalisation des expériences ultérieures auront lieu dès 2025;
- la demande d'autorisation du dépôt DFMR sera déposée en 2026.

Le laboratoire souterrain a pour but de caractériser la roche d'accueil (caractérisation souterraine) et de recueillir les données requises pour le dépôt d'une demande d'autorisation de construire (p. ex. homogénéité/hétérogénéité des formations rocheuses, indices géomécaniques, tenseur des contraintes *in situ*, surfaces de discontinuité et propriétés de la roche). Dans le cadre de l'examen du programme de gestion des déchets, l'IFSN a donc posé à la Nagra la question de savoir si ces données pouvaient être intégrées à une demande de construire en 2026, alors que la mise en place et la réalisation des mesures pour le dépôt ne peuvent débuter qu'en 2025.

La Nagra a répondu à l'IFSN en ces termes. D'une manière générale, il convient de préciser que la durée des différentes phases est basée sur l'analyse des coûts 2006 (KS06, swissnuclear 2006a,b). En cas de retard - comme le suggère la question posée - les conséquences en matière de provisions seront positives (effet de taux d'intérêt), les hypothèses définies dans l'analyse des coûts KS06 pour l'évaluation des coûts étant prudentes. Du point de vue de la Nagra, il est à souligner qu'il s'agit d'un dépôt DFMR, pour lequel les exigences sont moindres que pour un dépôt DHR. Les projets de dépôts DFMR à l'étranger ne prévoyant en principe aucun laboratoire souterrain, il peut être envisagé que le laboratoire souterrain ait pour mission de confirmer les données déjà recueillies au préalable; ce faisant, les informations peuvent également être utilisées dans la procédure d'autorisation de construire ou d'exploiter. Compte tenu de ces aspects, une période d'environ dix ans jusqu'à la mise en exploitation semble justifiable.

L'IFSN prend acte des explications de la Nagra et demande que cet aspect soit approfondi dans le prochain programme de gestion des déchets. L'état des connaissances sur les propriétés géomécaniques de la roche d'accueil spécifiques au site, mais aussi les expériences prévues par le laboratoire souterrain et concernant l'homogénéité/hétérogénéité des formations rocheuses, la géomécanique, le tenseur des contraintes *in situ* et le comportement de la roche notamment doivent être présentés pour la demande de construire.

Les questions en suspens et les travaux à accomplir ont-ils été identifiés (de manière appropriée) ?

Les connaissances géologiques relatives aux domaines d'implantation doivent être approfondies par étapes et de manière adéquate dans le cadre de la procédure de sélection des sites définie dans le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008).

Pour ce qui concerne la recherche *liée à un site*, dans sa prise de position (ENSI 33/115) sur le rapport de la Nagra relatif à l'évaluation de la documentation géologique présentée avec les analyses préliminaires de sécurité prévues à l'étape 2 du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (NTB 10-01), l'IFSN conclut que:

- sur la base du niveau actuel des connaissances,
- en combinaison avec les investigations complémentaires proposées par la Nagra et
- les compléments exigés par l'IFSN,

le niveau des connaissances requis peut être atteint pour permettre des déclarations solidement étayées sur l'aptitude - sur le plan de la technique et de la sécurité - et sur la faisabilité technique à l'étape 2 du plan sectoriel. L'IFSN pose cependant une série d'exigences pour des investigations plus poussées, qui doivent être remplies au moment de la remise de la documentation à l'étape 2.

Les principales exigences de l'IFSN concernent les domaines de travail suivants:

- caractérisation améliorée des roches d'accueil «Doge brun» et «Couches d'Effingen»;
- description systématique des voies d'écoulement potentielles dans les régions d'implantation;
- présentation améliorée des conditions géochimiques à l'intérieur de la zone de confinement géologique;
- investigations plus poussées sur les aspects de la technique de construction.

La nécessité d'agir dans les domaines de la recherche et du développement *indépendants du site* découle du stade actuel des projets de gestion des déchets DFMR et DHR; pour la suite de la procédure, les responsables de la gestion des déchets ont analysé et démontré la marge de manœuvre en se basant sur le cas de référence (cf. NTB 08-01, Tableau A.2-1).

L'IFSN approuve la démarche générale et circonstanciée appliquée pour garantir le degré de détail présenté pour les concepts et projets (p. ex. aménagement et conception du dépôt en couches géologiques profondes, veille, récupération des déchets radioactifs sans grandes difficultés et fermeture du dépôt). En prévision des demandes d'autorisation générale, l'IFSN requiert la poursuite des travaux pour les deux types de dépôts en ce qui concerne:

- la définition de l'inventaire;
- la production et l'émanation de gaz par la roche d'accueil (effets dus au dépôt);
- des alternatives adéquates pour le matériel des conteneurs;
- la conception et le comportement des barrières techniques;
- la conception et l'aménagement du dépôt pilote;
- la concrétisation du concept de dépôts DHR et DFMR;

- la veille (concept d'études, expériences avec conditions reproduisant fidèlement celles d'un dépôt);
- le concept de marquage;
- archivage à long terme des informations relatives aux dépôts en couches géologiques profondes.

Pour ce qui concerne l'autorisation de construire accordée dans le domaine nucléaire, la Nagra doit préciser quelles composantes du champ proche (matériel des conteneurs et de remplissage) sont utilisées et comment les ouvrages de scellement sont mis en place lors de la réalisation des dépôts en couches géologiques profondes.

De l'avis de l'IFSN, le plan de recherche, de développement et de démonstration (plan RD&D, NTB 09-06) paru en plus du programme de gestion des déchets constitue un instrument utile afin d'examiner l'état de la science et de la technique ainsi que du potentiel de mise en œuvre du plan de réalisation de la Nagra.

L'IFSN exige donc que la Nagra établisse préalablement à la prochaine remise du programme de gestion des déchets un plan RD&D. Celui-ci documentera le but, l'étendue, la nature et le calendrier des futures activités *RD&D*, sur la base des exigences et des hypothèses de planification définies pour la réalisation du dépôt. Ce plan doit notamment documenter le traitement de questions en suspens, comme la Nagra l'a fait avec les questions en suspens, les remarques et recommandations formulées dans les prises de position et les expertises sur le projet Argiles à Opalinus pour la démonstration de stockage (NTB 02-05) pour éléments de combustibles irradiés, déchets vitrifiés hautement radioactifs et déchets moyennement radioactifs à vie longue (NTB 08-02).

La mise en œuvre par étapes du programme de gestion des déchets (plan de réalisation) permet-elle d'assurer la marge de manœuvre souhaitée?

Les responsables de la gestion des déchets définissent des points de décision pour les alternatives importantes ayant trait au développement ultérieur des projets et à l'optimisation possible des installations; ces points de décision permettent d'exploiter à bon escient la flexibilité disponible pour le futur développement et la marge de manœuvre permettant d'optimiser l'installation (cf. NTB 08-01, Tableau A.2-2). Simultanément aux demandes d'autorisations générale, de construire et d'exploiter, et simultanément à la demande de fermeture du dépôt, la LENu exige l'apport d'une démonstration de sécurité à l'attention de l'IFSN pour la phase d'exploitation (sécurité d'exploitation) et pour la phase succédant à la fermeture (sécurité à long terme) d'un dépôt en couches géologiques profondes; de plus, la démonstration de sécurité à long terme doit une nouvelle fois être apportée au moment de la demande visant à établir que la fermeture du dépôt a été réalisée dans les règles. Dans ce contexte, le degré de détail dépend de l'étape de la procédure d'autorisation. Par ailleurs, les démonstrations de sécurité doivent être adaptées périodiquement à l'état actuel de l'installation et au niveau de la science et de la technique (cf. directive ENSI-G03, chap. 7).

Sur ce point, l'IFSN estime que le plan de réalisation garantit une marge de manœuvre et une flexibilité suffisantes, par exemple pour optimiser la gestion de déchets à teneur organique (pyrolyse) et métalliques (stockage durant le temps de décroissance radioactive, fusion), ainsi que pour la mise à disposition de nouvelles technologies, notamment pour la construction, l'exploitation et la fermeture des dépôts en couches géologiques profondes.

Conclusions

L'IFSN constate que le plan de réalisation définit les principaux dispositifs; les travaux nécessaires et la marge de manœuvre requise sont identifiés de manière adéquate, les points de décision pertinents pour la mise en œuvre du programme sont précisés. Pour ce qui est de la sélection des sites, le plan proposé observe scrupuleusement les directives du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes».

Le programme de gestion des déchets, respectivement le plan de réalisation correspondant, ayant été élaboré avant l'entrée en vigueur de la directive de l'ENSI-G03 («*Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis*»), la mise en œuvre d'exigences spécifiques de la directive devra être concrétisée de manière adéquate dans les futures versions du programme.

L'IFSN exige que les données réunies pour la demande de construire un dépôt DFMR soient approfondies dans le prochain programme de gestion des déchets. L'état des connaissances sur les propriétés géomécaniques de la roche d'accueil spécifiques au site, mais aussi les expériences prévues par le laboratoire souterrain et concernant l'homogénéité/l'hétérogénéité des formations rocheuses, la géomécanique, le tenseur des contraintes *in situ* et le comportement de la roche notamment doivent être présentés pour la demande de construire.

Pour ce qui concerne les demandes d'autorisation générale, l'IFSN demande la poursuite des travaux pour les deux types de dépôt, notamment sur la concrétisation du concept de dépôts DHR et DFMR, sur la veille (concept d'études, expériences avec conditions reproduisant fidèlement celles d'un dépôt) et sur le marquage.

6 Entreposage

Indications fournies par la Nagra

Les déchets radioactifs doivent être entreposés dans un dépôt intermédiaire jusqu'à ce qu'ils puissent être stockés dans un dépôt en couches géologiques profondes. Conformément au plan de réalisation basé sur l'analyse des coûts 2006 et sur le plan sectoriel, le stockage dans un dépôt DFMR devrait être possible en 2035, et en 2050 environ pour les éléments de combustible irradiés, les déchets hautement radioactifs vitrifiés et les déchets moyennement radioactifs à vie longue, compte tenu des périodes de refroidissement requises.

Les dépôts intermédiaires disposent de capacités suffisantes pour abriter les déchets produits par les centrales nucléaires existantes, ainsi que les déchets résultant des activités de la médecine, de l'industrie et de la recherche escomptés d'ici 2050, jusqu'à leur stockage sûr dans des dépôts en couches géologiques profondes (Tableau 6-1). Par ailleurs, une certaine part des capacités de ces dépôts intermédiaires est réservée pour les déchets de désaffectation.

Tableau 6-1: Dépôt intermédiaire: durée d'exploitation (cf. analyse des coûts 2006), capacités et volumes maximaux de déchets présumés entreposés durant les 50 années d'exploitation des centrales existantes et pour une période de collecte des déchets MIR se terminant en 2050 (sans dépôt intermédiaire réservé pour les déchets MIR).

Dépôt intermédiaire	Durée d'exploitation des dépôts intermédiaires	Capacité [m ³]	Volume maximal présumé de déchets entreposé [m ³]
BZL	1992 - 2050	4 200	4 105
KKB/ZWIBEZ	1970 - 2025 ¹⁾	12 980	12 975
KKG	1979 - 2034 ¹⁾	590	510
KKL	1984 - 2039 ¹⁾	2 515	2 315
KKM	1972 - 2027 ¹⁾	1 350	1 345
ZWILAG-M	2000 - 2065	11 000	7 410
ZWILAG-S	2005 - 2065	27 000	4 055
ZWILAG-H	2000 - 2065 ²⁾	200 (236) ³⁾	176
ZWIBEZ-H	2008 - 2062 ²⁾	48 ²⁾	46 ²⁾
KKG-H	2008 - 2047	1 008 ⁴⁾	-

¹⁾ La fin de la durée d'exploitation du dépôt intermédiaire correspond à la fin de la phase post-exploitation de la centrale concernée. ²⁾ Dépôt intermédiaire pour ECI et DHR, indication du nombre d'emplacements pour conteneurs de transport et de stockage. ³⁾ 200 emplacements pour conteneurs de transport et de stockage selon l'autorisation actuelle; en cas d'utilisation optimale, le nombre d'emplacements peut atteindre 236. ⁴⁾ Nombre d'éléments de combustible

Si la mise en service des dépôts en couches géologiques profondes devait être reportée, les dépôts intermédiaires pourraient être exploités plus longtemps. L'infrastructure et la technologie nécessaires au transport des déchets existent et ont été éprouvées; des projets ont été élaborés pour les futurs besoins en infrastructure.

Avis de l'IFSN

Selon l'IFSN, les indications de la Nagra concernant la durée d'exploitation et les capacités des dépôts intermédiaires sont compréhensibles. L'IFSN a vérifié les informations de la Nagra sur l'inventaire des déchets dans le cadre de l'expertise de sécurité technique relative aux propositions de domaines d'implantation géologiques (ENSI 33/070). Elle estime que leur mise en œuvre dans le Tableau 6-1 est plausible. L'IFSN approuve l'affirmation de la Nagra, selon laquelle les capacités des dépôts intermédiaires sont suffisantes pour abriter les déchets produits par les centrales existantes et les déchets MIR attendus d'ici 2050. La durée d'exploitation des dépôts intermédiaires existants est en principe flexible et peut être adaptée moyennant des mesures administratives et techniques. Il est prévu d'accroître les capacités des dépôts intermédiaires pour les déchets MIR.

La conception des dépôts intermédiaires garantit l'intégrité des déchets à entreposer. Il existe des concepts pour assainir les conteneurs qui ne sont plus conformes aux spécifications. L'IFSN confirme que l'infrastructure et la technologie nécessaires au transport des déchets existent et qu'elles ont été éprouvées.

7 Coût et financement de la gestion des déchets

Indications fournies par la Nagra

Conformément aux exigences légales, les responsables des déchets radioactifs répondent également de leur gestion, dont ils assument l'intégralité des coûts (principe de causalité). La dernière estimation des coûts engendrés par la désaffectation des centrales et la gestion des déchets date de 2006. L'analyse des coûts 2006 a été vérifiée par l'IFSN et approuvée le 6 décembre 2007 par les commissions administratives du fonds de désaffectation pour les installations nucléaires et du fonds de gestion des déchets radioactifs. Les chiffres indiqués par la Nagra dans le programme de gestion des déchets sont basés sur cette analyse.

Tableau 7-1 : Coût global de la gestion des déchets (en millions de francs, prix 2006, les coûts de gestion des déchets MIR ne sont pas inclus). Répartition des coûts entre les positions principales (NTB 08-01, Tableau 7-1).

Position	Coût
Retraitement	2 740
Entreposage (ZWILAG; ZWIBEZ-H, entreposage en piscine KKG), y compris traitement central des déchets	2 245
Achat de conteneurs de transport et de stockage pour ECI/DHR	760
Transports	388
Dépôt DFMR	2 110
Dépôt DHR, y compris unité de conditionnement ECI/DHR	5 107
Total gestion des déchets (sans déchets MIR)	13 350
Désaffectation des centrales nucléaires et dépôts intermédiaires (sans déchets MIR)	2 192
Total global	15 542

Le coût global s'élève donc à 13 350 millions de francs pour la gestion des déchets (prix 2006, sans les coûts engendrés par la gestion des déchets émanant de la médecine², de l'industrie et de la recherche²). Les coûts de désaffectation des centrales nucléaires et des dépôts intermédiaires représentent 2 192 millions de francs supplémentaires (prix 2006). Le dépôt intermédiaire de Würenlingen AG ZWILAG doit lui aussi verser une contribution au fonds de désaffectation.

² La gestion de ce type de déchets incombe à la Confédération.

Avis de l'OFEN

Coût total de la gestion des déchets

Le montant prévisible des coûts de désaffectation et de gestion des déchets est calculé tous les cinq ans pour chaque installation nucléaire, à partir de sa mise en service, sur la base des indications du propriétaire (art. 4, al. 1 OFDG). Les coûts sont en outre recalculés lorsqu'une installation nucléaire est mise hors service définitivement ou lorsque des circonstances imprévues laissent présager un changement important des coûts (art. 4, a. 2 OFDG). Les coûts sont calculés sur la base du programme de gestion des déchets et des connaissances scientifiques les plus récentes, ainsi qu'en fonction des prix du moment (art. 4, al. 3 OFDG).

La dernière mise à jour des coûts de désaffectation et de gestion des déchets remonte à 2006 (swissnuclear 2006a,b). Elle a été confiée à une entreprise externe justifiant d'une solide expérience en matière de désaffectation des installations nucléaires. Les coûts relatifs aux dépôts en couches géologiques profondes ont été établis par la Nagra. Si l'IFSN a procédé à l'examen de ces analyses de coûts détaillées (HSK-AN-6284), la vérification des concepts et des barèmes de coûts relatifs aux deux dépôts en couches géologiques profondes a été confiée à une société indépendante. Les analyses de coûts contiennent des informations détaillées sur la nature et l'importance des éléments de coûts déterminants, ainsi que sur les travaux à effectuer. Ceux-ci sont présentés sommairement et sous forme de tableaux récapitulatifs dans le programme de gestion des déchets.

Coûts survenant après la mise hors service des centrales nucléaires: fonds de désaffectation et fonds de gestion des déchets radioactifs

Les coûts engendrés par la désaffectation des centrales nucléaires et par la gestion des déchets radioactifs suite à la mise hors service des centrales sont pris en charge par deux fonds indépendants: le fonds de désaffectation pour les centrales nucléaires et le fonds de gestion des déchets radioactifs (art. 77, al. 1 et 2 LENu).

Le fond de désaffectation assure le financement de la désaffectation et du démantèlement des centrales nucléaires mises hors service, ainsi que celui de la gestion des déchets ainsi produits, jusqu'au moment où l'emplacement de l'installation n'est plus régi par la législation sur l'énergie nucléaire. Le fonds de gestion assure le financement de la gestion des déchets d'exploitation, de retraitement et des éléments de combustible irradiés après la mise hors service des centrales nucléaires.

L'un comme l'autre fonds sont financés par des cotisations versées par les propriétaires d'installations nucléaires (art. 77, al. 3 LENu), qui doivent mettre à disposition la somme totale de 8,5 milliards de francs. La désaffectation des installations nucléaires nécessite le versement de 2,2 milliards de francs dans le fonds de désaffectation. Les 6,3 milliards de francs restants doivent être financés par le fonds de gestion.

Depuis l'entrée en vigueur de l'OFDG le 1^{er} février 2008, les deux fonds sont soumis à la surveillance du Conseil fédéral, qui approuve les rapports et les comptes annuels des deux fonds (cf. art. 30 OFDG). Le Conseil fédéral a approuvé les rapports annuels 2009 du fonds de désaffectation pour les installations nucléaires (StiF 2009), respectivement du fonds de gestion des déchets radioactifs (EntsF 2009) le 17 septembre 2010.

Coûts de gestion courants: plan financier et provisions

Les coûts de gestion des déchets survenant durant l'exploitation doivent être pris en charge par les exploitants des installations nucléaires au fur et à mesure. Ces coûts comprennent entre autres:

- le retraitement des éléments de combustible usés;
- les travaux de recherche et de préparation de la Nagra, ainsi que les coûts du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»;
- la construction et l'exploitation de dépôts intermédiaires, ainsi que le traitement central des déchets;
- les conteneurs de transport et de stockage;
- les transports.

Jusqu'à la mise hors service des cinq centrales nucléaires, cette part des coûts s'élèvera à quelque 7,1 milliards de francs, dont les propriétaires des installations nucléaires ont financé 4,8 milliards jusqu'à fin 2010. La somme restante est à réunir dès 2011 jusqu'à la mise hors service des centrales; les propriétaires des installations la financent également par le biais du compte courant. Cette part des coûts représente environ 2,3 milliards de francs.

Pour garantir le financement des activités de gestion des déchets jusqu'à la mise hors service d'une centrale nucléaire, les propriétaires doivent constituer des provisions. Le montant des provisions résulte du calcul des coûts de gestion, ainsi que des plans de constitution de provisions destinés à chaque propriétaire et approuvés par la commission de gestion du fonds de gestion des déchets désignée par le Conseil fédéral (art. 82 LENU).

Conformément à l'art. 82, al. 3 LENU, l'organe de révision de chaque propriétaire vérifie si des réserves ont été constituées conformément au plan de constitution de provisions approuvé. En vertu de l'art. 82, al. 2, let. c LENU et de l'art. 19, al. 2 OFDG, les propriétaires présentent chaque année à la commission le rapport de l'organe de révision attestant du respect du plan de constitution des provisions qui permettent de financer la gestion des déchets résultant de l'exploitation des centrales nucléaires. Fin 2009, les propriétaires des centrales nucléaires avaient constitué des provisions conformément au plan et affecté ces provisions conformément à leur destination (EntsF 2009).

Coûts engendrés par la récupération des déchets

Aux termes de l'art. 31, al. 2 LENU, l'obligation de gestion des déchets est remplie lorsque les déchets ont été stockés dans un dépôt en couches géologiques profondes et que les moyens financiers requis pour la phase de surveillance et pour la fermeture sont assurés. La récupération des déchets après la fermeture du dépôt n'est pas prévue, son financement préalable ne doit donc pas être assuré par les responsables de la gestion des déchets. Jusqu'à la fermeture d'un dépôt en couches géologiques profondes, la récupération des déchets radioactifs doit être raisonnablement possible (art. 37, al. 1, let. c LENU).

Il n'existe à l'heure actuelle aucune estimation spécifique des coûts d'une éventuelle récupération des déchets stockés dans un dépôt en couches géologiques profondes. Dans la réponse à une question parlementaire, les coûts de la récupération ont été évalués à quelque 3,5 milliards de francs. Cette estimation grossière se fonde sur le coût de réalisation total des dépôts en couches géologiques profondes (y compris les coûts engendrés jusqu'ici) qui, selon les analyses de coûts 2006, totalisent 2,1 milliards de francs pour un dépôt DFMR et 3,9 milliards de francs pour un dépôt DHR (sans conditionnement des éléments de combustible usés et déchets hautement radioactifs). Une évaluation par la Nagra des coûts entraînés par la récupération des déchets s'avérerait utile pour informer les milieux politiques et le public (cf. recommandations).

Tableau 7-2 : Aperçu des coûts et dépenses engendrés par la gestion des déchets (prix 2006) avant la mise hors service – état : 31.12.2010³

Centrale	KKB (mio. de francs)	KKG (mio. de francs)	KKL (mio. de francs)	KKM (mio. de francs)	Totale (mio. de francs)
Total des frais de gestion des déchets	3 567,0	4 178,8	4 053,6	1 550,8	13 350,2
Dépenses des exploitants des centrales jusqu'ici	1488,5	1631,6	1022,4	646,6	4 789,1
Coûts à financer d'ici la mise hors service	332,3	701,8	1 050,0	168,5	2 252,6
Coûts à financer par le fonds de gestion	1 746,2	1 845,4	1981,2	735,7	6 308,5

Conclusions

La définition des coûts de désaffectation et de gestion des déchets, ainsi que leur financement, respectivement la garantie de leur financement, revêtent une importance primordiale pour une gestion sûre et à long terme des déchets radioactifs. Les documents nécessaires sont à disposition et sont régulièrement mis à jour.

Le calcul des coûts de désaffectation et de gestion des déchets se base sur les analyses de coûts swissnuclear 2006a,b. La concordance des indications figurant dans le programme de gestion des déchets 2008 avec la partie correspondante des analyses des coûts de désaffectation et de gestion des déchets a été vérifiée et confirmée sur mandat de la commission administrative du fonds de gestion des déchets (EntsF 2009; StiF 2009).

³Tiré du rapport annuel 2010 du fonds de gestion des déchets radioactifs pour les installations nucléaires, 28 juin 2011

Le financement des coûts de désaffectation et de gestion des déchets après la mise hors service des centrales nucléaires est assuré par le fonds de désaffectation et le fonds de gestion des déchets radioactifs. Les deux fonds sont soumis à la surveillance du Conseil fédéral.

Le coût des travaux requis par la gestion des déchets jusqu'à la mise hors service des centrales nucléaires est présenté sommairement dans le programme de gestion des déchets. Les informations détaillées figurent dans swissnuclear 2006a. Les propriétaires des installations nucléaires doivent constituer des provisions afin d'assurer le financement de ces activités de gestion des déchets. Conformément à l'art. 82, al. 3 LENU, l'organe de révision de chaque propriétaire vérifie si des réserves ont été constituées conformément au plan de constitution de provisions approuvé. Les organes de révision l'ont confirmé dans le cadre de la révision des comptes annuels 2009 et 2010 des exploitants des installations nucléaires (EntsF 2009, 2010; StiF 2009, 2010).

Recommandations

Le programme de gestion des déchets doit être adapté par les responsables de la gestion des déchets tous les cinq ans (art. 52, al. 2 OENU). De même, le montant prévisible des coûts de désaffectation et de gestion des déchets est calculé tous les cinq ans (art. 4, al. 1 OFDG). Comme le programme de gestion des déchets et les analyses de coûts ne reposent pas sur les mêmes bases légales, ils ne sont pas élaborés simultanément. L'OFEN recommande donc que le prochain programme de gestion des déchets prévu en 2016 soit présenté en même temps que les nouvelles analyses de coûts, ce qui permettrait de synchroniser les deux processus. D'autre part, le coût annuel des travaux exigés par la gestion des déchets avant la mise hors service des centrales nucléaires devra être présenté sous forme de tableau dans le prochain programme.

A ce jour, la Nagra n'a pas calculé le coût d'une éventuelle récupération des déchets hors d'un dépôt en couches géologiques profondes durant la phase d'observation, respectivement après la fermeture du dépôt. Un tel calcul serait utile pour informer les milieux politiques et le public. L'OFEN recommande à la Nagra de rédiger un rapport à ce sujet à son intention.

8 Concept d'information

Indications fournies par la Nagra

Le concept d'information de la Nagra vise d'une part à connaître les préoccupations de toutes les parties impliquées; d'autre part, il sert à informer lesdites parties en détail et dans les délais sur les activités de la Nagra dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs. La Nagra entend expliquer avec transparence pourquoi il est nécessaire de stocker les déchets radioactifs dans des dépôts en couches géologiques profondes; elle veut donner à la population et aux milieux politiques les instruments pour comprendre les projets de dépôts concrets de la procédure du plan sectoriel et pour se forger un avis à ce sujet. Pour ce faire, la Nagra a recours à différents outils de communication dont elle vérifie l'effet à intervalles réguliers. Elle coordonne ses mesures d'information et de communication d'entente avec l'autorité qui dirige la procédure, et les adapte en fonction des exigences du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes», au progrès de la procédure et aux besoins d'information en constante évolution des groupes cibles.

Avis de l'OFEN

Le concept d'information de la Nagra repose sur trois principes: dialogue actif, transparence et information détaillée du public sur tous les sujets. Ces principes sont également exigés sur le plan international⁴. Le devoir selon lequel les autorités compétentes informent régulièrement le public sur les faits relatifs aux déchets radioactifs est ancré dans l'article 74 de la loi sur l'énergie nucléaire. La Nagra constate à juste titre que le mandat d'informer n'incombe pas uniquement aux autorités accordant les autorisations ou aux autorités de surveillance; en effet, les responsables de la gestion des déchets doivent eux aussi y contribuer, puisqu'en fin de compte, ce sont eux qui répondent de la mise en œuvre, en toute sécurité, de la gestion des déchets.

Le rôle des différents acteurs intervenant dans la procédure sont clairement définis dans la Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes». Le concept d'information de la Nagra est subordonné à ce dispositif prédéfini. En conséquence, la responsabilité générale des activités d'information liées à la procédure ou des informations générées en cours de procédure revient aux autorités chargées d'octroyer les autorisations. Les autorités de surveillance, notamment l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), procèdent à des expertises et répondent aux questions sur les aspects relevant de la sécurité technique et de la géologie émanant des milieux politiques, des autorités et de la population. Enfin, la Nagra informe sur les travaux concrets qu'elle effectue dans le cadre de la planification, de la construction et de l'exploitation des installations. De par les tâches qui lui sont attribuées, elle assume le rôle d'un centre de compétences technique pour la gestion des déchets radioactifs.

Le concept d'information de la Nagra définit le principe directeur suivant: *«Nous ne pouvons remplir notre mandat que si notre travail rencontre une large adhésion de la population. De ce fait, nous donnons des informations tôt, régulières et sans réserve sur l'état de nos travaux et de nos projets»*. Cette affirmation montre comment la Nagra appréhende son rôle, qui répond aux exigences du plan sectoriel et de la loi.

⁴Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, AIEA, 1997

Dans la pratique, depuis la publication des propositions de domaines d'implantation géologiques en automne 2008, la Nagra a prouvé qu'elle appliquait son principe directeur, en harmonisant scrupuleusement ses activités d'information avec le rôle qui lui est imparti dans le plan sectoriel et en les coordonnant avec l'OFEN.

La Nagra ne rédige pas seulement des rapports réguliers sur l'avancement de ses travaux à l'attention des autorités octroyant des autorisations et des autorités de surveillance. Elle assume également ses responsabilités pour informer les autorités et la population dans les régions d'implantation, dans toute la Suisse et dans les Etats voisins de manière objective, transparente et conforme à la loi. Outre ses rapports techniques (NTB) accessibles en ligne à toute personne intéressée, la Nagra fournit des informations sur la sélection des sites et le concept des dépôts que même une personne non spécialisée peut comprendre. Elle dispose par exemple d'un site internet complet rédigé de manière compréhensible et complété par des animations multimédia et des graphiques. Par ailleurs, la Nagra publie également des informations sur papier, sous forme par exemple d'une newsletter ou de brochures consacrées à un thème défini. Elle propose aux médias, aux responsables politiques et aux autorités des visites d'installations en Suisse et à l'étranger (p. ex. au Mont Terri), ou se tient à disposition pour des conférences. D'autre part, la Nagra participe au Forum technique sur la sécurité dirigé par l'IFSN, qui répond aux questions des autorités, des citoyennes et des citoyens. Enfin, la Nagra s'adapte en permanence au niveau actuel de la science et de la technique en participant régulièrement à des congrès spécialisés et scientifiques et en publiant des articles dans des revues scientifiques.

Le présent concept d'information prouve que la Nagra accorde l'importance voulue à l'information et à la communication; les expériences faites dans le cadre de la procédure du plan sectoriel montrent qu'elle est en mesure d'appliquer ce concept de manière conséquente et compétente.

Par contre, l'OFEN voit quelques améliorations possibles dans la communication des propriétaires des centrales nucléaires. Les sociétés exploitant les centrales nucléaires et leurs actionnaires, souvent des cantons et des communes, sont à peine perçus par le public comme des producteurs de déchets. Or, la mise en évidence de leur responsabilité politique en matière de gestion des déchets radioactifs est une condition importante pour que la Nagra soit perçue comme un centre de compétences technique et scientifique.

Recommandations

Outre l'application du concept d'information par la Nagra qui, en tant que centre de compétences technique et scientifique, prépare une solution pour la gestion des déchets radioactifs sur mandat des responsables de la gestion, les exploitants des centrales nucléaires et leurs actionnaires doivent eux aussi assumer leur rôle de responsables politiques et le souligner davantage dans leur communication.

9 Résumé de l'appréciation et recommandations

Résumé de l'appréciation

Dans leur évaluation, l'IFSN et l'OFEN arrivent à la conclusion que, par le dépôt du programme de gestion des déchets radioactifs, la Nagra satisfait à l'exigence selon les articles 32 LENU et 52 OENU. Les questions énumérées au chapitre 1 sont évaluées par l'IFSN comme suit:

La procédure et le calendrier proposés pour la réalisation des dépôts en couches géologiques profondes sont-ils plausibles?

Le plan de réalisation pour un dépôt DFMR ou DHR suit la procédure prévue par la LENU et l'OENU et en respecte correctement toutes les étapes. Le plan tel qu'il est présenté est approprié: il suit scrupuleusement les exigences du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008) pour ce qui est des phases de mise en œuvre immédiates, notamment la définition des sites d'implantation. Dans la perspective des phases de réalisation ultérieures, l'IFSN attend une concrétisation circonstanciée des activités requises dans les futurs programmes de gestion des déchets.

L'examen technique des demandes visant à obtenir l'autorisation de procéder à des investigations souterraines (études géologiques au sens de la LENU/OENU, construction et exploitation de laboratoires souterrains), que les responsables de la gestion des déchets proposent de réaliser avant l'octroi définitif de l'autorisation générale pour un dépôt DFMR ou DHR (cf. NTB 08-01, chap. 5.4.2), doit être coordonné avec la procédure d'autorisation générale. L'Assemblée fédérale doit approuver l'autorisation générale avant que le département compétent ne puisse autoriser des investigations souterraines.

Pour l'IFSN, l'horizon de moins de dix ans prévu pour l'autorisation, la préparation, la construction et l'exploitation du laboratoire souterrain (à l'exception de quelques observations à long terme) sur le site du dépôt DFMR est trop optimiste; selon elle, ce délai est insuffisant pour recueillir les données dans les domaines de la géologie, de la sécurité technique et de la technique de construction nécessaires pour déposer une demande d'autorisation générale. La Nagra doit donc exposer ce point plus en détails dans la mise à jour du programme de gestion des déchets.

Le programme permet-il de répondre aux questions importantes actuellement en suspens au sujet de la réalisation de dépôts en couches géologiques profondes?

La nécessité d'agir dans les domaines de la recherche et du développement indépendants du site découle du stade actuel des projets de gestion des déchets DFMR (p.ex. demande d'autorisation générale Wellenberg) et DHR (p.ex. démonstration de la faisabilité du stockage des déchets radioactifs Zurich nord-est); pour la suite de la procédure, les responsables de la gestion des déchets ont analysé et démontré la marge de manœuvre en se basant sur le cas de référence (cf. NTB 08-01, Tableau A.2-1). Par ailleurs, la manière d'aborder les recommandations formulées dans les expertises et les prises de position est documentée dans la démonstration de la faisabilité du stockage en couches géologiques profondes NTB 08-02.

Le programme donne-t-il des explications sur la manière dont sont abordées les questions en suspens et sur celles qui seront vraisemblablement examinées dans les détails d'ici la présentation du prochain programme de gestion des déchets?

La planification des travaux scientifiques et techniques nécessaires à la réalisation des dépôts de DFMR et DHR en couches géologiques profondes sont documentés de manière détaillée dans le plan de recherche, de développement et de démonstration (NTB 09-06). Le plan *RD&D* consiste essentiellement à fixer le but, l'étendue, la nature et le calendrier des futures activités *RD&D*, sur la base des exigences et des hypothèses de planification définies pour la réalisation du dépôt.

Les questions en suspens, les remarques et recommandations formulées dans les prises de position et les expertises sur le projet Argiles à Opalinus ont été analysées par la Nagra dans le rapport technique NTB 08-02. L'IFSN se prononce à ce sujet dans sa prise de position «*Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis*» (ENSI 35/114). Elle conclut que le rapport technique NTB 08-02 de la Nagra démontre correctement et à bon escient quelle importance ces questions revêtent dans la réalisation de dépôts en couches géologiques profondes. Les questions abordées dans NTB 08-02 ont été prises en considération correctement dans l'élaboration du programme de gestion des déchets.

Le temps à disposition est-il suffisant pour clarifier correctement les questions en suspens par le biais de la recherche?

Les responsables de la gestion des déchets définissent des points de décision pour les alternatives importantes ayant trait au développement ultérieur des projets et à l'optimisation possible des installations; ces points de décision permettent d'exploiter à bon escient la flexibilité disponible pour le futur développement et la marge de manœuvre permettant d'optimiser l'installation (cf. NTB 08-01, Tableau A.2-2).

Conformément au calendrier proposé (cf. Illustration 5-1), l'exploitation du laboratoire souterrain du dépôt DFMR et les investigations souterraines correspondantes auront lieu simultanément à la préparation et à la procédure de l'autorisation de construire. Selon l'IFSN, la Nagra doit démontrer dans le prochain programme de gestion des déchets comment les résultats des recherches effectuées par le laboratoire souterrain du dépôt DFMR pourront être pris en compte à temps dans la demande de construire.

L'IFSN approuve la démarche générale et circonstanciée appliquée pour garantir le degré de détail présenté pour les concepts et projets (p. ex. aménagement et conception du dépôt en couches géologiques profondes, veille, récupération des déchets radioactifs sans grandes difficultés et fermeture du dépôt). En prévision des demandes d'autorisation générale, l'IFSN requiert la poursuite des travaux pour les deux types de dépôts en ce qui concerne:

- la définition de l'inventaire;
- la production et l'émanation de gaz par la roche d'accueil (effets dus au dépôt);
- des alternatives adéquates pour le matériel des conteneurs;
- la conception et le comportement des barrières techniques;
- la conception et l'aménagement du dépôt pilote;

- la concrétisation du concept de dépôts DHR et DFMR;
- la veille (concept d'études, expériences avec conditions reproduisant fidèlement celles d'un dépôt);
- le concept de marquage.

Le concept des dépôts et le plan de réalisation respectent-ils les dispositions légales et sont-ils complets? Le concept des dépôts est-il techniquement réalisable? Tient-il compte de l'état actuel des connaissances dans les domaines scientifique et technique?

Selon l'IFSN, le système de barrières multiples prévu par la Nagra dans le concept de dépôts est approprié pour garantir la protection durable de l'être humain et de l'environnement contre le rayonnement ionisant des déchets radioactifs exigée par la loi et la directive. Le principe selon lequel tant les barrières techniques que les barrières géologiques doivent contribuer de manière significative à l'effet de barrière de l'ensemble du système, satisfait aux exigences légales. Les deux dépôts garantissent une sécurité à long terme par le biais d'un système de barrières techniques et naturelles multiples à action passive (système de barrières successives, cf. art. 11, al. 2, let. b OENü).

L'IFSN a examiné le concept du dépôt DHR en détail dans le cadre de la démonstration de la faisabilité du stockage des déchets radioactifs (HSK 35/99). De son point de vue, la Nagra a démontré de manière retraceable que le système de dépôt décrit satisfait à l'impératif de la protection durable de l'être humain et de l'environnement. La méthodologie appliquée pour la démonstration de la sécurité à long terme s'aligne sur le procédé qui s'est établi sur le plan international.

Conformément au plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» (OFEN 2008, p. 57), les responsables de la gestion des déchets sont tenus de démontrer, pour les deux types de dépôt, dans quelle mesure les différents éléments du système de barrières contribuent à la sécurité du dépôt dans son ensemble. La Nagra a documenté ces démarches de manière claire et retraceable dans ses analyses concernant l'efficacité des éléments des systèmes de barrière pour ECI, DHR, DMRL et DFMR (NTB 08-05, chap.4.7). Dans ses modèles de calcul indépendants (ENSI 33/070), l'IFSN a retracé la diffusion de radionucléides hors du dépôt DHR à travers les barrières techniques et naturelles pour atteindre la biosphère, vérifiant par là également l'efficacité de chaque barrière.

Jusqu'à ce jour, des rapports sur la sécurité technique ont été remis pour un dépôt DFMR (Wellenberg) et pour un dépôt DHR (Weinland zurichois), puis vérifiés par l'IFSN (HSK 30/9 resp. HSK 35/99). La Nagra a défini le mode de calcul des courbes des doses journalières pour un dépôt combiné (NTB 10-01, III. 7.1-1) dans le cadre de l'évaluation des documents géologiques rattachés à l'analyse préliminaire de sécurité prévue à l'étape 2 du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes». Les résultats prouvent que les critères de protection exigés par la directive ENSI-G03 peuvent être remplis.

L'OFEN a examiné les indications de la Nagra sur les coûts et le financement de la gestion des déchets (chap. 7), ainsi que sur le concept d'information (chap. 8), et arrive à la conclusion suivante:

Coût et financement de la gestion des déchets

La définition des coûts de désaffectation et de gestion des déchets, ainsi que leur financement, respectivement la garantie de leur financement, revêtent une importance primordiale pour une gestion sûre et à long terme des déchets radioactifs. Les documents nécessaires sont à disposition et sont régulièrement mis à jour. La concordance des indications figurant dans le programme de gestion des déchets 2008 avec la partie correspondante des analyses des coûts de désaffectation et de gestion des déchets a été vérifiée et confirmée sur mandat de la commission administrative du fonds de gestion des déchets (EntsF 2009; StiF2009).

Le financement des coûts de désaffectation et de gestion des déchets après la mise hors service des centrales nucléaires est assuré par le fonds de désaffectation et le fonds de gestion des déchets radioactifs. Les deux fonds sont soumis à la surveillance du Conseil fédéral.

Le coût des travaux requis par la gestion des déchets jusqu'à la mise hors service des centrales nucléaires est présenté sommairement dans le programme de gestion des déchets. Les informations détaillées figurent dans swissnuclear 2006a. Les propriétaires des installations nucléaires doivent constituer des provisions afin d'assurer le financement de ces activités de gestion des déchets. Conformément à l'art. 82, al. 3 LENU, l'organe de révision de chaque propriétaire vérifie si des réserves ont été constituées conformément au plan de constitution de provisions approuvé. Les organes de révision l'ont confirmé dans le cadre de la révision des comptes annuels 2009 et 2010 des exploitants des installations nucléaires (EntsF 2009, 2010; StiF 2009, 2010).

Concept d'information

Le présent concept d'information prouve que la Nagra accorde l'importance voulue à l'information et à la communication; les expériences recueillies dans le cadre de la procédure du plan sectoriel montrent qu'elle est en mesure d'appliquer ce concept de manière conséquente et compétente.

Par contre, l'OFEN voit quelques améliorations possibles dans la communication des propriétaires des centrales nucléaires. Les sociétés exploitant les centrales nucléaires et leurs actionnaires, souvent des cantons et des communes, sont à peine perçus par le public comme des producteurs de déchets. Or, la mise en évidence de leur responsabilité politique en matière de gestion des déchets radioactifs est une condition importante pour que la Nagra soit perçue comme un centre de compétences technique et scientifique.

Recommandations

a) Programme de gestion des déchets radioactifs

Le programme de gestion des déchets ayant été élaboré avant l'entrée en vigueur de la directive EN-SI-G03 «*Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis*», les exigences spécifiques de la directive sont à concrétiser correctement dans les futures versions du programme.

b) Programme de recherche en tant que volet du programme de gestion des déchets

L'IFSN demande que la Nagra élabore un rapport *RD&D* avant de publier le prochain programme de gestion des déchets; ce rapport précisera le but, l'envergure, la nature et le déroulement dans le temps des différentes futures activités *RD&D*, sur la base des exigences et des hypothèses de planification liées à la réalisation des dépôts. Ce rapport doit également indiquer comment seront abordées les

questions en suspens, comme la Nagra l'a déjà fait par exemple pour les recommandations et les questions en suspens du projet Argiles à Opalinus dans le cadre de la démonstration de la faisabilité (NTB 02-05) du stockage d'éléments de combustible irradiés, de déchets hautement radioactifs vitrifiés et de déchets moyennement radioactifs à vie longue (NTB 08-02).

c) Demande d'autorisation de construire

Conformément au calendrier proposé (cf. Illustration 5-1), l'exploitation du laboratoire souterrain du dépôt DFMR et les investigations souterraines correspondantes auront lieu simultanément à la préparation et à la procédure de l'autorisation de construire. La Nagra doit démontrer dans le prochain programme de gestion des déchets comment les résultats des recherches effectuées par le laboratoire souterrain pourront être pris en compte à temps dans la demande de construire.

d) Exploitation du laboratoire souterrain DFMR

L'IFSN exige que la planification du développement du laboratoire souterrain d'un dépôt DFMR et les expériences prévues soient concrétisées correctement et précisées dans le prochain programme de gestion des déchets. Seront notamment traitées les questions relatives à l'état des connaissances relatives aux propriétés géomécaniques des roches d'accueil analysées dans le cadre du plan sectoriel, mais aussi les expériences prévues par le laboratoire souterrain et concernant l'homogénéité/hétérogénéité des formations rocheuses, des indices géomécaniques, du tenseur des contraintes *in situ* et des propriétés de la roche.

e) Remarques concernant la mise à jour du plan de réalisation

L'IFSN recommande d'intégrer au plan de réalisation des explications sur les points suivants:

- archivage à long terme des informations relatives aux dépôts en couches géologiques profondes;
- programme de gestion de la qualité pour le futur développement du programme de gestion des déchets et la mise en œuvre du plan de réalisation.

Et, concernant spécifiquement l'octroi de l'autorisation de construire nucléaire:

- la définition des composants du champ proche (matériaux des conteneurs et de remplissage) ;
- un projet pour la phase d'observation;
- un plan pour la fermeture de l'installation;
- un concept de récupération;
- un concept de marquage;
- un concept pour la fermeture temporaire durant la phase d'exploitation.

f) Date de la remise du prochain programme de gestion des déchets

Le programme de gestion des déchets doit être adapté par les responsables de la gestion des déchets tous les cinq ans (art. 52, al. 2 OENu). De même, le montant prévisible des coûts de désaffectation et de gestion des déchets est calculé tous les cinq ans (art. 4, al. 1 OFDG). Comme le programme de gestion des déchets et les analyses de coûts ne reposent pas sur les mêmes bases légales, ils ne sont pas élaborés simultanément. L'OFEN recommande donc que le prochain programme de gestion des déchets prévu en 2016 soit présenté en même temps que les nouvelles analyses de coûts, ce qui permettrait de synchroniser les deux processus.

g) Coûts de la récupération des déchets

A ce jour, la Nagra n'a pas calculé le coût d'une éventuelle récupération des déchets hors d'un dépôt en couches géologiques profondes durant la phase d'observation, respectivement après la fermeture du dépôt. Un tel calcul serait utile pour informer les milieux politiques et le public. L'OFEN recommande à la Nagra de rédiger un rapport à ce sujet à son intention.

h) Concept d'information

Outre l'application du concept d'information par la Nagra qui, en tant que centre de compétences technique et scientifique, prépare une solution pour la gestion des déchets radioactifs sur mandat des responsables de la gestion, les exploitants des centrales nucléaires et leurs actionnaires doivent eux aussi assumer leur rôle de responsables politiques et le souligner davantage dans leur communication.

Brugg, le 01 décembre 2011

Berne, le 01 décembre 2011

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire

Office fédéral de l'énergie

Le directeur

Le sous-directeur



Dr. Hans Wanner

Franz Schneider

10 Références

- OFEN (2008):** Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» - Conception générale, Office fédéral de l'énergie, Berne
- ENSI-G03:** Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis, Inspection fédérale de la sécurité nucléaire, directive, Würenlingen, 2009 (en allemand)
- ENSI 33/55:** Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 1: Überprüfung der Abfallzuteilung und der Rechenfälle für die Radionuklidverbreitung, Inspection fédérale de la sécurité nucléaire, analyse technique, Brugg, 2010 (en allemand)
- ENSI 33/070:** Sicherheitstechnisches Gutachten zum Vorschlag geologischer Standortgebiete, Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 1, Inspection fédérale de la sécurité nucléaire, analyse technique, Brugg, 2010 (en allemand)
- ENSI 33/115:** Prise de position sur NTB 10-01 "Beurteilung der geologischen Unterlagen für die provisorischen Sicherheitsanalysen in Etappe 2 SGT", Inspection fédérale de la sécurité nucléaire, analyse technique, Brugg, 2011 (en allemand)
- ENSI 35/114:** PROJET: Prise de position sur le „Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis" (NTB 08-02), Inspection fédérale de la sécurité nucléaire, Brugg (en préparation).
- EntsF 2009:** Rapport annuel 2009 Fonds de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires, Secrétariat Fonds de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires, Berne
- EntsF 2010:** Rapport annuel 2010 Fonds de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires, Secrétariat Fonds de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires, Berne
- HSK-AN-6284:** Beurteilung der Kostenstudie KS06 der Stilllegungs- und Entsorgungskosten, Division principale de la sécurité des installations nucléaires, Würenlingen, 2007
- HSK 30/9:** Gutachten zum Gesuch um Rahmenbewilligung für ein SMA-Endlager am Wellenberg, Division principale de la sécurité des installations nucléaires, Würenlingen, 1996
- HSK 35/99:** Gutachten zum Entsorgungsnachweis der Nagra für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle (Projekt Opalinuston), Division principale de la sécurité des installations nucléaires, Würenlingen, 2005
- HSK-R-21:** Schutzziele für die Endlagerung radioaktiver Abfälle, Division principale de la sécurité des installations nucléaires, directive, Würenlingen, 1993
- LENu:** Loi fédérale du 21 mars 2003 sur l'énergie nucléaire, Suisse, RS 732.1
- OENu:** Ordonnance du 10 décembre 2004 sur l'énergie nucléaire, Suisse, RS 732.11
- NTB 02-05:** Project Opalinus Clay: Safety Report Demonstration of Disposal feasibility for spent fuel; vitrified high-level waste and long-lived intermediate level waste (démonstration de faisabilité), Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, rapport technique de la Nagra, Wettingen, 2002 (en anglais)
- NTB 02-11:** Canister Options for the Disposal of Spent Fuel, Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, rapport technique de la Nagra, Wettingen, 2003 (en anglais)
- NTB 08-01:** Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen, Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, rapport technique de la Nagra, Wettingen, 2008 (en allemand)
- NTB 08-02:** Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis, Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, rapport technique de la Nagra, Wettingen, 2008 (en allemand)

- NTB 08-05:** Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager: Begründung der Abfallzuteilung, der Barrierensysteme und der Anforderungen an die Geologie; Bericht zur Sicherheit und technischen Machbarkeit, Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, rapport technique de la Nagra, Wettingen, 2008 (en allemand)
- NTB 08-06:** Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien MIRAM 08, Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, rapport technique de la Nagra, Wettingen, 2008 (en allemand)
- NTB 09-06:** The Nagra Research, Development and Demonstration (RD&D) Plan for the Disposal of Radioactive Waste in Switzerland, Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, rapport technique de la Nagra, Wettingen, 2009 (en anglais)
- NTB 10-01:** Beurteilung der geologischen Unterlagen für die provisorischen Sicherheitsanalysen in SGT Etappe 2 - Klärung der Notwendigkeit ergänzender geologischer Untersuchungen, Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, rapport technique de la Nagra, Wettingen, 2010 (en allemand)
- RSK (2005):** Gase im Endlager, Stellungnahme Reaktor-Sicherheitskommission (en allemand)
- Conseil fédéral (2006):** Décision du Conseil fédéral suisse concernant la demande de la Nagra du 19 décembre 2002 relative à la démonstration de la faisabilité du stockage final des éléments de combustible irradiés, des déchets hautement radioactifs vitrifiés et des déchets moyennement radioactifs à vie, décision, Berne
- OFDG:** Ordonnance du 1^{er} février 2008 sur le fonds de désaffectation et sur le fonds de gestion des déchets radioactifs pour les installations nucléaires, Suisse, RS 732.17
- SKI (2003):** SSI and SKI's review of SKB's updated final safety report for SFR 1: Review report, SKI Report 2004:47, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, Suède
- StiF 2009:** Rapport annuel 2009 Fonds de désaffectation pour les centrales nucléaires, secrétariat Fonds de désaffectation pour les centrales nucléaires, Berne
- StiF 2010:** Rapport annuel 2010 Fonds de désaffectation pour les centrales nucléaires, secrétariat Fonds de désaffectation pour les centrales nucléaires, Berne
- swissnuclear (2006a):** Kostenstudie 2006 (KSO6) - Aktualisierung der Entsorgungskosten der Schweizer Kernkraftwerke, BET/06/002, swissnuclear - Fachgruppe Kernenergie der swisselectric, Olten (en allemand)
- swissnuclear (2006b):** Kostenstudie 2006 (KSO6) - Aktualisierung der Stilllegungskosten, BET/06/001, swissnuclear - Section énergie nucléaire de swisselectric, Olten (en allemand)
- DETEC:** Ordonnance du DETEC du 17 juin 2009 sur les hypothèses de risque et sur l'évaluation de la protection contre les défaillances dans les installations nucléaires, Suisse, RS 732.112.2
- Vieno T., Nordman H., Taivassalo V. (1998):** VLJ repository safety analysis, TVO Report 1/98, TVO, Helsinki, Finlande

11 Glossaire et abréviations

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne
Barrières	Système de sécurité passive d'un dépôt garantissant la protection de l'être humain et de l'environnement. Il s'agit de dispositifs de confinement et de rétention (géologiques) techniques et naturels, qui isolent les déchets radioactifs de la biosphère selon le principe des barrières multiples.
CERN	A l'origine, l'acronyme correspondait à C onseil E uropéen pour la R echerche N ucléaire. Appellation actuelle: Organisation européenne pour la Recherche nucléaire. Organisation internationale active dans la recherche nucléaire située près de Genève sur territoire suisse et français. Elle dispose de plusieurs accélérateurs de particules qui produisent des déchets radioactifs.
Champ éloigné	Le champ éloigné comprend la roche d'accueil et ses roches dites «encaissantes» jusqu'à la biosphère. Il est déterminé pour calculer la diffusion des radionucléides en vue de définir les différentes hypothèses d'une modélisation pour les différents secteurs
Champ proche	Le champ proche d'un dépôt en couches géologiques profondes englobe les colis de déchets, les barrières techniques, notamment le remplissage et la zone perturbée de la roche d'accueil. Le champ proche est déterminé pour calculer la diffusion des radionucléides en vue de définir les différentes hypothèses d'une modélisation pour les différents secteurs.
Déchets alpha-toxiques	Déchets de moyenne activité (moyennement radioactifs) à forte teneur en émetteurs alpha (art. 31 OENu). Avec l'entrée en vigueur de la nouvelle ordonnance sur l'énergie nucléaire, la notion de déchets moyennement radioactifs à vie longue (DMRL) a été remplacée par la désignation «déchets alphatoxiques».
Démonstration de faisabilité du stockage en couches géologiques profondes	Preuve exigée par la législation sur l'énergie nucléaire et démontrant la faisabilité du stockage des déchets radioactifs dans une couche géologique donnée. Il doit être démontré qu'il existe en Suisse une formation rocheuse d'une étendue suffisante et dotée des caractéristiques requises. La démonstration de faisabilité a été apportée pour aussi bien pour les DFMR (1988) que pour les DHR (2006).
Dépôt en couches géologiques profondes	Installation située dans le sous-sol géologique qui peut être fermée dans la mesure où la protection durable de l'être humain et de l'environnement est assurée par des barrières passives (art. 3 LE-Nu).

DFMR	Déchets faiblement et moyennement radioactifs. Type de déchets comprenant principalement des substances radioactives de période de demi-vie radioactive courte ayant une existence plutôt brève. Ils sont produits lors de l'exploitation et du démantèlement ultérieur des centrales nucléaires, ainsi que par la médecine, l'industrie et la recherche (définition légale: art. 31 OENu).
DHR	Déchets hautement radioactifs: selon la définition de l'art. 31 OENu, en font partie les éléments de combustible irradiés et produits de fission vitrifiés après le retraitement. Leur désintégration dégage une forte chaleur.
DMRL	Déchets moyennement radioactifs à vie longue. Cette catégorie de déchets désigne les déchets alphatoxiques et les DFMR qui sont stockés dans une partie distincte du dépôt DHR.
Domaine d'implantation géologique	Un domaine d'implantation géologique est défini par les formations rocheuses géologiques souterraines qui sont aptes au stockage de déchets radioactifs.
Dose d'irradiation	Mesure permettant d'évaluer le risque que représente le rayonnement ionisant sur la santé. Dans la présente prise de position, il est question de dose efficace, soit la somme des doses équivalentes délivrées à tous les organes et tissus, pondérées par les facteurs de pondération tissulaire wT. L'unité de mesure de la dose est le sievert (Sv).
ECI	Éléments de combustible, éléments de combustible irradiés stockés dans un dépôt DHR sans retraitement préalable.
ISRAM	Inventaire central des déchets et matériaux radioactifs (<i>Informationssystem für Radioaktive Materialien</i>), banque de données recensant les déchets radioactifs existant en Suisse.
LENu	Loi fédérale du 21 mars 2003 sur l'énergie nucléaire, entrée en vigueur le 1 ^{er} février 2005. Elle réglemente l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire et définit la procédure à suivre pour la gestion des déchets radioactifs (RS 732.1).
mesurage de la libération des matières	Ensemble des activités visant à retirer une matière du champ d'application de l'ordonnance sur la radioprotection. En font partie notamment la preuve et des documents attestant que la matière peut être considérée comme inactive.
MIRAM	Inventaire-type des matières radioactives, banque de données qui recense les déchets existants, mais aussi ceux prévus à l'avenir en Suisse.
mSv	Millisievert: Le sievert est l'unité de mesure pour les dégâts biologiques causés (à des cellules vivantes) par l'absorption de rayonnements ionisants, généralement exprimés en millièmes de sievert, soit en mSv.

Nagra	Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs.
NTB	Rapport technique de la Nagra
OENu	Ordonnance du 10 novembre 2004 sur l'énergie nucléaire, en vigueur depuis le 1er février 2005 (RS 732.11).
Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»	Le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» désigne aussi bien la Conception générale adoptée par le Conseil fédéral le 2 avril 2008 que la procédure elle-même.
PSI	Institut Paul Scherrer. Le PSI est un centre de recherche pour les sciences naturelles et les sciences de l'ingénierie. Le PSI assure la collecte des déchets radioactifs produits en Suisse par la médecine, l'industrie et la recherche, et exploite le dépôt intermédiaire fédéral BZL.
Roche d'accueil	Formation rocheuse dans laquelle se situent le dépôt et les déchets qui y sont stockés. Domaine de la géosphère déterminant pour la protection des barrières techniques, la limitation des infiltrations d'eau dans le dépôt et la rétention des radionucléides. Le dépôt est aménagé dans la roche d'accueil.
Zone de confinement géologique	Partie des barrières géologiques qui assure le confinement des déchets, conjointement avec les barrières techniques, et d'autres barrières géologiques, en cas d'évolution normale du dépôt en couches géologiques profondes pendant la période d'isolation considérée.

12 Annexe: plan de réalisation et exigences des autorités

Le plan de réalisation de la Nagra (NTB 08-01), Tab. 5-1) est subdivisé en plusieurs phases: a) sélection des sites, b) laboratoire souterrain, c) construction du dépôt, d) exploitation et fermeture, e) phase d'observation f) fermeture et g) phase post-fermeture et documentation. Suite à la publication du rapport technique NTB 08-01 «*Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen*» en octobre 2008, la directive ENSI-G03 («*Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis*») est entrée en vigueur en avril 2009. L'IFSN énumère ci-après quelles exigences - énoncées par les autorités sur la base des dispositions légales et des directives de l'IFSN - doivent être prises en compte aux différentes étapes de la réalisation du dépôt.

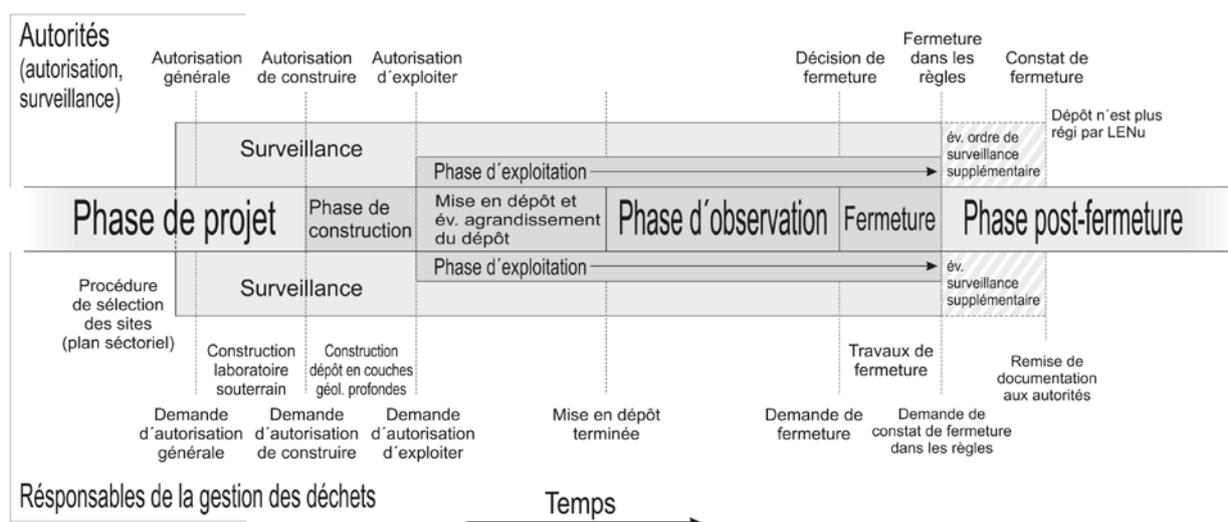


Illustration 12-1: Schéma simplifié des différentes phases de la conception du projet, de la construction, de l'exploitation et de la fermeture d'un dépôt en couches géologiques profondes (cf. directive ENSI-G03, Annexe 2).

Exigences générales

Les responsables de la gestion des déchets sont tenus de procéder à une mise à jour régulière de la documentation de base; ils doivent par exemple adapter le programme de gestion des déchets (tous les cinq ans, cf. art. 52 OENu), préparer une documentation sur les coûts de désaffectation et de gestion des déchets («analyse des coûts», tous les cinq ans, cf. art. 4 OFDG) vérifier et mettre à jour le projet pour la phase d'observation et le plan de fermeture (tous les dix ans, cf. art. 42 OENu).

La LENu exige l'apport d'une démonstration de sécurité durant la phase d'exploitation (sécurité d'exploitation) et pour la phase succédant à la fermeture (sécurité à long terme) d'un dépôt en couches géologiques profondes. Ces démonstrations doivent être apportées en même temps que les demandes d'autorisation (autorisation générale, de construire et d'exploiter) et la demande de fermeture du dépôt. Le degré de détail de la démonstration de sécurité dépend du stade auquel se trouve la procédure d'autorisation. Les démonstrations de sécurité doivent être complétées périodiquement en fonction de l'état actuel de l'installation et du niveau de la science et de la technique. Les exigences en matière de démonstration de sécurité sont précisées dans la directive ENSI-G03.

Les demandes d'autorisation doivent démontrer que les principes de la sécurité et de la sûreté nucléaires définis dans l'OENu sont bien respectés. Sont concernés notamment les exigences pour la sécurité nucléaire (art. 7 OENu), les exigences pour la protection contre les défaillances (art. 8 OENu), les exigences pour la sûreté (art. 9 OENu) et les principes régissant la conception d'un dépôt en couches géologiques profondes (art. 11 OENu). Les principes régissant la conception sont réglés dans la directive IFSN G03.

Pour tous les travaux accomplis dans le cadre de l'organisation, de la construction, de l'exploitation, de l'observation et de la fermeture d'un dépôt en couches géologiques profondes et ayant trait à la sécurité, il convient d'établir et d'appliquer un programme de gestion de la qualité répondant à des normes reconnues sur le plan international; sa mise en œuvre doit être documentée (art. 16 et 20 LENu et art. 25 et 31 OENu). Pour autant que cela soit applicable dans la pratique, les décisions discrétionnaires seront consignées dans la mise en œuvre.

Des mesures visant à garantir la qualité sont à prévoir et à documenter pour le traitement des données et l'exécution d'analyses quantitatives et qualitatives dans le cadre des analyses de sécurité. Les programmes de gestion de la qualité prévus pour les travaux planifiés doivent être soumis au préalable à l'IFSN pour qu'elle puisse se prononcer à leur sujet (IFSN G03, chap. 6.2).

a) Sélection de sites et autorisation générale

Le plan sectoriel définit la procédure que doivent suivre les responsables de la gestion des déchets pour la sélection de sites aptes à abriter un dépôt en couches géologiques profondes et se termine avec l'octroi de l'autorisation générale pour un dépôt DFMR et DHR. Dans la directive G03 (chap. 5.2.1), l'IFSN décrète que la surveillance environnementale d'un dépôt en couches géologiques profondes doit anticiper le début des travaux souterrains de manière à disposer de suffisamment de données solidement étayées. Le rapport explicatif relatif à la directive IFSN G03 (p.10) relève qu'une période de surveillance préalable de plusieurs années est souhaitable pour permettre des déclarations statistiquement fondées. La surveillance doit par conséquent débuter aussi tôt que possible, au plus tard en même temps que l'autorisation générale. L'IFSN part du principe que la Nagra planifie la surveillance environnementale suffisamment tôt, afin d'être en mesure de respecter l'exigence de la directive.

Si les exigences régissant la libération de substances chimiques toxiques s'échappant d'un dépôt en couches géologiques profondes sont définies dans la législation sur la protection de l'environnement, les exigences concernant la sûreté et le contrôle de matières fissiles sont réglées dans l'ordonnance du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'environnement et de la communication (DETEC) sur les hypothèses de risque et sur les mesures de sûreté pour les installations et les matières nucléaires (DETEC 2009). Les responsables de la gestion des déchets sont tenus de démontrer leur importance pour la sécurité de l'exploitation et la sécurité à long terme (directive IFSN G03, chap. 2).

L'autorisation générale peut être accordée si les résultats des études géologiques confirment que le site se prête à la construction d'un dépôt en couches géologiques profondes (art. 13 LENu). Outre la zone de protection provisoire (art. 70 OENu), l'autorisation générale fixe les critères d'exclusion d'un site de stockage s'il ne se prête pas à la construction d'un dépôt en couches géologiques profondes (art. 14 LENu). L'étendue et le contenu des documents présentés pour la demande sont définis à l'art. 23 OENu. L'art. 62 OENu exige une comparaison des solutions envisageables, une évaluation des caractéristiques déterminantes pour le choix du site et le montant des coûts.

b) Construction et exploitation du laboratoire souterrain

La phase «Laboratoire souterrain» inclut l'autorisation, la construction et l'exploitation dudit laboratoire. La construction du laboratoire souterrain peut débuter dès l'octroi de l'autorisation générale. Les responsables de la gestion des déchets qui requièrent l'autorisation de procéder à des investigations géologiques doivent fournir les documents énumérés aux art. 58, 59 et 60 OENu. En prévision de l'autorisation de construire accordée dans le domaine nucléaire, ils doivent élaborer un concept de récupération des déchets (IFSN G03, chap. 5.1.4) qui doit être étayé par des essais en la matière.

c) Construction du dépôt (procédure d'autorisation d'exploiter incluse)

La phase «Construction du dépôt» inclut l'autorisation de construire, la construction en soi du dépôt et des installations de surface requises, ainsi que l'autorisation d'exploiter l'installation nucléaire.

L'autorisation de construire est accordée à condition qu'il existe un projet de phase d'observation et un plan de fermeture de l'installation (art. 16 LENu). L'étendue et le contenu des documents sont définis à l'art. 24 OENu. Doivent par ailleurs être soumis une démonstration de la sécurité actualisée, un concept de récupération des déchets, un concept de marquage (IFSN G03, chap. 5.3.2), et un concept de fermeture temporaire durant la phase d'observation (IFSN G03, chap. 5.1.6).

L'autorisation de construire indique le détenteur de l'autorisation, le site de la construction, la capacité de l'installation prévue et les principaux éléments de la réalisation technique (art. 17 LENu). A quoi s'ajoutent les exigences posées en matière de programme de gestion de la qualité (art. 25 OENu), de permis d'exécution (art. 26 OENu) et de dossier de construction (art. 27 OENu).

Les conditions d'octroi de l'autorisation d'exploiter sont énumérées à l'art. 20 LENu. Il est essentiel que les conditions fixées dans l'autorisation générale et dans l'autorisation de construire soient respectées, que la protection de l'homme et de l'environnement soit assurée, que l'installation et l'exploitation prévues répondent aux exigences de la sécurité nucléaire et de la sûreté, que les exigences en matière de personnel et d'organisation soient remplies, que des mesures d'assurance de la qualité aient été prises pour l'ensemble des activités exercées par l'entreprise.

La capacité de l'installation, les limites du relâchement de substances radioactives dans l'environnement, les mesures de surveillance des alentours, les mesures de sécurité, de sûreté et de protection d'urgence que le détenteur de l'autorisation doit prendre durant l'exploitation sont indiquées dans l'autorisation d'exploiter (art. 21 OENu). L'étendue et le contenu des documents présentés pour la demande sont définis à l'art. 28 OENu.

L'autorisation d'exploiter un dépôt en couches géologiques profondes est accordée si les conditions énoncées à l'art. 20 LENu sont remplies, si les enseignements recueillis lors de la construction confirment que le site s'y prête et si la récupération des déchets radioactifs est raisonnablement possible jusqu'à la fermeture éventuelle du dépôt (art. 37 LENu).

Les techniques qui comptent pour la sécurité et leur fiabilité doivent être testées avant la mise en service du dépôt en couches géologiques profondes. Cela concerne en particulier l'introduction du matériau de comblement, l'extraction de ce matériau pour une éventuelle récupération des colis de déchets et la technique de récupération des colis de déchets (art. 65 OENu).

Le propriétaire du dépôt doit fixer sous quelles conditions les colis de déchets sont acceptés et stockés dans un dépôt en couches géologiques profondes. Les procédés de conditionnement requis pour le stockage de colis dans un dépôt en couches géologiques profondes, ainsi que la preuve du respect des conditions d'acceptation rattachées au dépôt prévu (vérification de la conformité) doivent être soumis pour approbation à l'IFSN (IFSN G03, chap. 5.2.4).

L'autorisation d'exploiter fixe la zone de protection définitive du dépôt en couches géologiques profondes. Elle fixe les exigences, notamment les valeurs-limites de l'activité des déchets qui seront stockés. Un permis d'exécution délivré par les autorités de surveillance est nécessaire pour le stockage de chaque catégorie de déchets (art. 37 LENU).

d) Exploitation du dépôt

La phase «Exploitation du dépôt jusqu'à la fermeture» inclut l'exploitation du dépôt, la fermeture du dépôt principal et le démantèlement (partiel) de l'unité de réception, la phase d'observation, ainsi que la fermeture et la désaffectation de l'ensemble du dépôt.

La phase d'exploitation débute avec l'octroi de l'autorisation d'exploiter et prend fin à la fermeture dans les règles du dépôt. La démonstration de sécurité de la phase d'exploitation doit reposer sur une analyse de sécurité systématique et globale aussi bien de l'exploitation normale de l'installation que des effets de défaillances. Les documents requis pour la démonstration de faisabilité sont indiqués à l'annexe 4 OENU. Les aspects relevant de la sécurité de l'exploitation d'une unité de conditionnement construite sur le même site doivent être inclus dans la démonstration de sécurité se rapportant à la phase d'exploitation d'un dépôt en couches géologiques profondes. La démonstration de sécurité est à consigner dans un rapport de sécurité qui démontre que les exigences définies à l'art. 95, al. 2 OFDG et IFSN G03, chapitre 7.1. sont respectées. Le scellement des cavernes et des galeries doit être vérifié et sa fiabilité démontrée pendant la période d'exploitation du dépôt en couches géologiques profondes (art. 65 OENU).

Le détenteur de l'autorisation est tenu d'élaborer des programmes systématiques de maintenance des équipements qui comptent pour la sécurité et pour la sûreté, et exécuter les mesures prévues, notamment: l'entretien, les examens non destructifs récurrents et les essais de fonctionnement récurrents. En cas d'écart par rapport à l'état prévu, il doit accomplir les travaux de remise en état. En cours d'exploitation, la maintenance doit être effectuée par du personnel qualifié, qui utilisera les procédés agréés et le matériel approprié. Le détenteur de l'autorisation doit consigner les résultats de la maintenance et les évaluer régulièrement. Au besoin, il doit compléter les programmes (art. 32 OENU).

Le détenteur de l'autorisation est tenu de procéder à des appréciations systématiques de la sécurité, par exemple pour ce qui concerne les conséquences sur la sécurité de l'installation de toute modification de l'installation, de tout événement survenu ou de tout constat opéré. Les conséquences sur le risque doivent notamment être évaluées. L'appréciation du risque prendra notamment appui sur une analyse probabiliste de la sécurité (APS, cf. art. 33 OENU).

e) Phase d'observation

Le propriétaire d'un dépôt en couches géologiques profondes doit décrire, dans le projet mis à jour pour la phase d'observation, les mesures prévues pour surveiller le dépôt au terme du confinement des déchets. Ce faisant, il doit proposer la durée de la phase d'observation. Le département ordonne la surveillance et en fixe la durée. Il peut la prolonger au besoin (art. 68 OENU). Une fois la phase d'observation terminée, le Conseil fédéral ordonne les travaux de fermeture si la sécurité durable de l'homme et de l'environnement est assurée (art. 39 LENU).

f) Fermeture

L'exploitant du dépôt doit déposer une demande de fermeture du dépôt; celle-ci doit contenir une analyse de sécurité actualisée et tenant compte des enseignements tirés durant toute la phase d'observation. Avant d'accomplir les travaux de fermeture, l'exploitant doit prouver que le scellement prévu répond à toutes les exigences posées. Après la fermeture, le dépôt en couches géologiques profondes doit garantir qu'aucune autre mesure n'est nécessaire pour garantir la sécurité à long terme.

La fermeture inclut le comblement de toutes les parties encore ouvertes du dépôt en couches géologiques profondes après la phase d'observation, les travaux à accomplir pour amener le dépôt pilote à un état sûr à long terme et le scellement des parties qui comptent pour la sécurité à long terme et la sûreté (art. 69 OENu). En fermant le dépôt, l'exploitant doit s'assurer en particulier qu'aucune fuite inadmissible de radio-nucléides ne se produira par les accès au dépôt, que la séparation des couches aquifères retrouvera à long terme la configuration qui était la sienne avant la construction du dépôt et que le dépôt en couches géologiques profondes est signalé par un marquage durable.

Après la fermeture du dépôt dans les règles, la sécurité à long terme doit une nouvelle fois être confirmée par le biais d'une analyse de sécurité, laquelle tient compte de l'exécution effective de la fermeture. C'est sur cette analyse que repose le constat selon lequel le dépôt en couches géologiques profondes n'est plus régi par la législation sur l'énergie nucléaire (ENSI-G03, chap. 5.3.1).

g) Phase post-fermeture et documentation

Après la fermeture dans les règles, le Conseil fédéral peut ordonner une période de surveillance supplémentaire (art 39, alinéa 3 LENu).

Le propriétaire d'un dépôt en couches géologiques profondes doit en plus établir un dossier où seront consignées les informations sur le dépôt de manière durable. Le dossier doit faire état de la situation et de l'étendue des constructions souterraines, de l'inventaire des déchets radioactifs stockés (répartis par genre et par quantité dans chaque local de stockage), de la conception des barrières techniques de sécurité, y compris le scellement des accès. Les éléments primordiaux de l'analyse définitive de la sécurité à long terme et ses résultats doivent être démontrés (art. 71 OENu).

Le rapport explicatif de la directive ENSI-G03 précise que la durée de conservation du dossier établi après la fermeture du dépôt dans les règles doit être maximale. Comme dans le cas du marquage des dépôts en couches géologiques profondes, deux points essentiels sont à observer, à savoir: la durée d'utilisation des supports d'information et la période durant laquelle ces informations doivent rester compréhensibles. Après la fermeture du dépôt en couches géologiques profondes ou au terme d'un délai de surveillance supplémentaire, le dossier est transmis au département compétent, qui répond par la suite de l'archivage correct des supports d'information. La conservation à long terme et les mesures nécessaires pour la garantir doivent être démontrées par l'exploitant du dépôt.