

Suède: Principes directeurs et homologation

Les projets actuels et le nouveau cadre de la réglementation

par Alf Larsson, Kjell Andersson et Stig Wingefors

En Suède, comme dans les autres pays qui exécutent d'importants programmes nucléo-énergétiques, la gestion des déchets radioactifs est intimement liée à l'organisation de la production d'énergie d'origine nucléaire et au partage des responsabilités entre les sociétés exploitantes et les organismes de l'Etat.

Dans ce pays, l'énergie d'origine nucléaire est produite par 12 centrales réparties sur quatre sites implantés le long de la côte. La décision prise par le Parlement à la suite du référendum de 1980 à l'effet de limiter le programme nucléo-énergétique à l'exploitation de 12 centrales, dont la mise en service progressive devra être achevée en 2010 au plus tard, a une incidence sur le volume des déchets. Elle n'a cependant pas d'effet majeur sur l'exécution du programme de gestion des déchets.

Les sites de centrales et Studsvik

En vertu de la loi suédoise sur l'exploitation de l'énergie nucléaire, la gestion et l'élimination définitive des déchets nucléaires est l'affaire des producteurs de ces déchets (voir l'encadré pour un aperçu de la législation et de la réglementation). Les compagnies produisant de l'électricité nucléaire sont responsables des déchets produits pendant l'exploitation de leurs centrales.

Quant aux autres types de déchets radioactifs, par exemple ceux qui sont produits par les hôpitaux et les laboratoires, la situation restera encore assez floue jusqu'à la révision de la loi de protection radiologique. La société Studsvik Energiteknik AB, qui s'occupe des déchets radioactifs des hôpitaux et des laboratoires de recherche, fournit ses services moyennant redevance. Dans la pratique, elle assume aussi une responsabilité à long terme en ce qui concerne l'élimination définitive de ces déchets. En revanche, elle ne se charge pas de l'élimination des cendres résultant de l'incinération, par ses soins, des déchets de faible activité provenant de centrales nucléaires.

Le conditionnement et le stockage provisoire des déchets d'activité faible et intermédiaire sont assurés sur le site même des réacteurs. Le même principe est appliqué à l'établissement de recherche de Studsvik. Le conditionnement des déchets se fait par bituminisation et incorporation à du ciment.

Trois sites de réacteur sont dotés d'installations de stockage provisoire en surface de déchets d'activité faible et intermédiaire. Sur l'un d'entre eux (Oskarshamn), le dépôt destiné aux déchets d'activité moyenne a été creusé

Cadre législatif et réglementaire

En vertu de la loi suédoise sur l'exploitation de l'énergie nucléaire (promulguée en 1984 pour remplacer la loi de 1956 sur l'énergie atomique), c'est le producteur des déchets nucléaires qui est responsable de leur gestion et de leur élimination définitive. Pour avoir le droit de posséder et d'exploiter une centrale nucléaire, il faut exécuter un programme de recherche et développement dont le contenu doit être soumis aux pouvoirs publics tous les trois ans. Le Conseil national du combustible nucléaire épuisé est chargé d'une tâche importante qui consiste à formuler des observations sur ce programme et à demander également l'avis des autorités responsables de la sûreté nucléaire.

La loi en question régit la sûreté de la production nucléo-énergétique et de la gestion des déchets radioactifs. Le Service suédois d'inspection est chargé de veiller à ce que les organismes qui s'occupent des matières fissiles et des déchets radioactifs respectent les dispositions de cette loi et les règlements correspondants.

La loi de radioprotection, promulguée en 1958, est en cours de révision. Elle vise essentiellement la protection des travailleurs et du public contre toutes les nuisances radiologiques. Elle vise les radioexpositions dues à la manutention des matières radioactives et à l'utilisation des appareils à rayons X et à rayons gamma. Elle s'applique également à l'utilisation d'autres matériels émettant des ondes électromagnétiques. L'application de cette loi est surveillée par l'Institut national de radioprotection.

Les prévisions de dépenses relatives à la gestion des déchets sont présentées aux pouvoirs publics par le Conseil national du combustible nucléaire épuisé. Il propose une redevance sur la production d'énergie d'origine nucléaire que les exploitants sont tenus de verser à un fonds spécial de l'Etat, institué pour couvrir les dépenses afférentes à la gestion actuelle et future des déchets radioactifs de haute activité et du combustible épuisé, ainsi qu'au déclassement des centrales nucléaires.

Il est impossible d'analyser ici la coopération qui s'est instaurée entre les autorités chargées de la sûreté pour résoudre les divers problèmes que pose la gestion des déchets. Il est évident que ces autorités, bien qu'instituées en vertu de différentes lois, doivent collaborer étroitement pour s'assurer que toutes les questions de sûreté sont traitées de façon cohérente. Ces liens étroits ont maintes conséquences pratiques sur les activités de tous les jours. Bien que ces autorités collaborent entre elles, les exploitants de centrales doivent tenir compte du fait qu'elles n'en sont pas moins des organismes distincts.

Le Gouvernement a récemment décidé de renforcer la coopération entre ces autorités et le Conseil national du combustible nucléaire épuisé, dans le cadre du programme de gestion à long terme des déchets. A cette fin, il a constitué un Comité consultatif spécial pour les déchets nucléaires, où siègent des représentants des trois autorités compétentes, ainsi que des scientifiques provenant d'universités et autres organisations étrangères au domaine nucléaire.

MM. Larsson, Andersson et Wingefors sont membres du Service d'inspection de l'énergie d'origine nucléaire, Stockholm.



La Suède recherche des sites se prêtant à l'élimination définitive des déchets de haute activité. Cette opération, qui durera jusqu'en 1990, s'appuie sur une collaboration nationale et internationale. (Photo: SKB)

dans le roc. A Studsvik, un autre dépôt, creusé dans le roc pour recevoir provisoirement des déchets de moyenne et longue période, vient d'être mis en service.

Parc d'installations

En 1974, les compagnies d'électricité qui ont des centrales en exploitation ou en construction ont créé la Société suédoise du combustible nucléaire, essentiellement destinée à prendre en charge les phases du cycle du combustible nucléaire qui se prêtent à une action concertée. Une des tâches importantes était la gestion du combustible épuisé et des déchets radioactifs. Au moment de la création de cette société, l'attention s'est surtout portée sur le retraitement du combustible épuisé.

Avec la promulgation, en 1977, de la loi dite de «spécification», on a constaté la nécessité d'accorder plus d'importance à la gestion des déchets.* Un organisme pour l'exécution de projets spéciaux, la KBS, a été constitué; au début, il n'était relié que d'une façon formelle à la Société suédoise du combustible nucléaire, mais il en est devenu partie intégrante par la suite. De cette fusion est née la Société suédoise du combustible nucléaire et de la gestion des déchets (SKB). Cette société est entièrement financée par ses propriétaires. Les activités de gestion du combustible épuisé et de déclassement des installations relèvent d'un fonds spécial alimenté par des redevances prélevées sur la production d'énergie nucléo-électrique. La SKB se charge pratiquement de la totalité des opérations relatives aux déchets radioactifs et au combustible épuisé, à l'extérieur des centrales nucléaires.

Etudes préliminaires

Dans un premier temps, SKB a fait deux études (KBS-1 et KBS-2) mais seule la première avait à voir avec les spécifications de la loi de 1977 ordonnant une gestion sûre des déchets radioactifs.

A l'époque, les compagnies d'électricité représentées au conseil d'administration de SKB ont opté pour la

* Cette loi exige de l'exploitant d'un réacteur qu'il fasse la preuve que la gestion des déchets radioactifs ou du combustible épuisé peut se faire d'une manière «totalement sûre». Il n'est pas sans intérêt de savoir que la commission parlementaire qui s'est occupée de cette loi a fait observer que l'expression «totalement sûre» ne devait pas être interprétée d'une façon draconienne.

signature de contrats avec la compagnie française Cogéma,* en vue du retraitement du combustible provenant des deux réacteurs Barsebeck-2 et Ringhals-3. Par la suite, d'autres contrats ont été conclus pour de nouveaux réacteurs. Ces contrats représentaient environ 10% des quantités de combustible irradié prévues pour l'ensemble du programme nucléaire jusqu'en 2010.

Le Gouvernement a communiqué l'étude KBS-1 (relative à la gestion des déchets de haute activité), pour observations, à un certain nombre d'organismes nationaux et étrangers. Les commentaires du service suédois de la sûreté ont été jugés particulièrement importants. (C'est à la suite de ces commentaires et du référendum de 1980 que le programme nucléo-énergétique de 12 réacteurs a été institué). On a jugé que les déchets de haute activité provenant du retraitement se prêtaient, après vitrification, à une évacuation sûre dans des formations rocheuses, mais aucun site n'était encore spécialement choisi à cette fin.

SKB a fait aussi une autre étude (KBS-2) sur l'élimination du combustible épuisé sans retraitement préalable. Cette étude ne concernait pas les nouveaux réacteurs qui allaient être mis en service; elle a néanmoins été communiquée pour observations à plusieurs organismes suédois et étrangers.

Une troisième étude sur l'élimination directe du combustible épuisé (KBS-3) contenait toute l'information nécessaire, conformément à la loi sur les activités nucléaires, au permis d'exploitation des deux derniers réacteurs, Forsmark-3 et Oskarshamn-3. Dans cette étude, SKB présentait beaucoup plus d'informations récentes, obtenues grâce aux enquêtes sur place, à la recherche en laboratoire, et à des travaux théoriques, que dans les études précédentes. Elle a également été soumise pour observations à divers organismes suédois et étrangers, et c'est le Service d'inspection de l'énergie d'origine nucléaire qui en a fait le commentaire le plus complet.** Après ce gros effort de la part de SKB, et considérant le contenu positif des observations présentées au sujet de l'étude, le gouvernement a estimé que les exigences de la loi étaient respectées et il a autorisé la mise en service des deux réacteurs en 1984.

Stockage du combustible épuisé

La nécessité de stocker les grandes quantités de combustible épuisé provenant des différents réacteurs suédois a été reconnue très tôt, qu'il s'agisse de combustible à retraiter ou à éliminer directement. C'est pourquoi SKB a pris sans attendre l'initiative de demander l'autorisation de construire une installation de stockage intermédiaire du combustible épuisé, dénommée CLAB. Elle a choisi, à cette fin, un site proche de la centrale nucléaire

* Compagnie générale des matières nucléaires.

** Voir les ouvrages suivants: *Plan for Handling and Final Storage of Unreprocessed Spent Nuclear Fuel*, DS I 1984:17, Ministère de l'industrie, Stockholm (1984); *Autorisations de chargement du combustible dans les réacteurs Forsmark-3 and Oskarshamn-3* (en suédois), DS I 1984:19, Ministère de l'industrie, Stockholm (1984); *Review of Final Storage of Spent Nuclear Fuel - KBS-3*, Rapport technique SKI 84:5, Service d'inspection de l'énergie d'origine nucléaire, Stockholm (février 1984); *Comments on Final Storage of Spent Nuclear Fuel - KBS-3*, Rapport technique SKI 84:4, Service d'inspection de l'énergie d'origine nucléaire, Stockholm (février 1984).

d'Oskarshamn. Le service de la sûreté ayant donné son accord, le gouvernement a approuvé la demande de SKB et lui a donné l'autorisation de construire et de mettre en service cette installation.

CLAB a donc été mise en service en 1985. L'installation se compose d'un poste de réception en surface et de plusieurs bassins de stockage remplis d'eau, aménagés dans un espace souterrain creusé dans la roche à un minimum de 25 mètres de profondeur. La capacité actuelle est de 3000 tonnes de combustible épuisé et peut être assez aisément portée à 9000 tonnes, ce qui dépasse les besoins actuels du programme nucléaire suédois.

Élimination des déchets de faible et moyenne activité

Les déchets d'exploitation des centrales nucléaires, ainsi que les déchets de même nature provenant de Studsvik, seront évacués dans un dépôt (SFR) en construction dans le voisinage du site de Forsmark. La demande d'autorisation pour sa construction et son exploitation a été soumise au gouvernement suédois le 24 mars 1982. Dans une communication qu'il a faite au gouvernement, en avril 1983, le Service d'inspection a recommandé l'octroi de cette autorisation, sous réserve de certaines conditions.* L'autorisation a été donnée le 22 juin 1983 et le chantier a été ouvert en automne de la même année. On prévoit que ce dépôt sera mis en service en 1988.

Le site de SFR se trouve à un kilomètre de la côte et le dépôt sera construit à une profondeur d'au moins 50 mètres dans la roche. La capacité prévue est de quelque 100 000 mètres cubes, ce qui correspond aux besoins actuels du programme nucléaire suédois.** (L'activité contenue maximale autorisée est de 10^{16} becquerel, dont la plupart sera déposée dans un silo de béton de 50 mètres de haut, entouré d'un mélange de sable et de bentonite.)

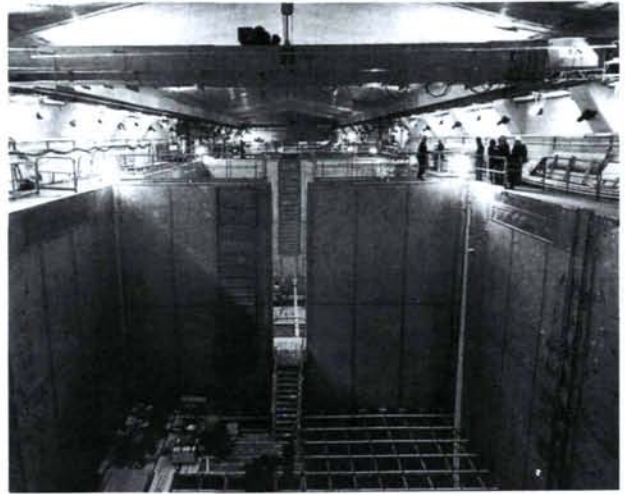
Un rapport préliminaire de sûreté a été adressé au Service d'inspection qui l'a communiqué, pour observations, à l'Institut suédois de radioprotection. Le Service d'inspection s'est essentiellement penché sur les problèmes de sûreté, en particulier sur le dégagement de radionucléides, tandis que l'Institut s'est attaché à évaluer la dispersion d'activité dans la biosphère et ses conséquences radiologiques. Il a notamment examiné les aspects suivants: acceptabilité du site; sûreté de la manutention et stabilité à long terme des déchets; géo-hydrologie; mécanique des roches; stabilité à long terme des barrières artificielles et naturelles; sûreté d'exploitation; analyse de la sûreté.***

SKB a mis en œuvre un programme de surveillance de la construction qui est suivi de très près par le Service d'inspection. Il importe particulièrement, pour le

* Voir *Licensing of Final Repository for Reactor Waste - SFR-1*, Rapport technique SKI 84: 2, Service d'inspection de l'énergie nucléaire, Stockholm (juillet 1984), et «Aspects on the Licensing of a Final Repository for Reactor Waste», par A. Larsson et S. Wingefors, présentés à la Conférence 54 de Juliers (juin 1985).

** Voir «Swedish Programme for Quality Assurance of Reactor Waste», par H. Forsström, présenté à la Conférence 54 de Juliers (juin 1985).

*** Au sujet de la sûreté de manutention et de la stabilité, voir *Long-Term Properties of Bituminized Waste Products*, Comité nordique de liaison pour l'énergie atomique (octobre 1985).



Centre suédois de stockage du combustible épuisé (CLAB).
(Photo: SKB)

moment, que les travaux soient menés de telle sorte que l'on puisse disposer de toute l'information nécessaire à une bonne évaluation de la sûreté de l'installation une fois achevée. L'essentiel à ce sujet, est, bien entendu, de connaître les conditions géohydrologiques du dépôt et de ses alentours.

De leur côté, l'industrie et les autorités compétentes mettent au point des critères d'assurance de la qualité et d'acceptation concernant diverses formes de déchets. Un document traitant de la sûreté donnera une description de chaque catégorie de déchets, exposera dans le détail la succession des opérations de manutention depuis l'origine des déchets jusqu'à leur élimination.* L'objet est de s'assurer que les critères généraux et qualitatifs qui seront énoncés par les autorités seront scrupuleusement respectés. Pour s'acquitter de cette tâche, le Service d'inspection et l'Institut national de radioprotection ont récemment constitué un petit groupe de travail commun. Dans ce contexte, il faut souligner l'importance du registre des déchets; il se présente sous la forme d'une base de données et contient toute l'information pertinente sur chaque colis de déchets. Ce registre est constamment tenu à jour par les producteurs de déchets nucléaires.

Sur le site de la centrale d'Oskarshamn, une fraction assez conséquente des déchets de faible activité sera éliminée par enfouissement à faible profondeur. A Forsmark, on prévoit d'éliminer cette catégorie de déchets d'une façon analogue. Dans ces deux cas, l'autorisation est donnée directement par l'Institut puisque, en principe, aucune barrière artificielle ou naturelle ne s'interpose entre les déchets et la biosphère. Cela n'empêche pas le Service d'inspection de contrôler les sites d'enfouissement conformément à la loi sur l'exploitation de l'énergie nucléaire.

Élimination définitive du combustible épuisé et des déchets de haute activité

Contrairement au plan d'élimination des déchets de faible et moyenne activité, le programme de SKB concernant l'élimination définitive du combustible épuisé et des déchets de haute activité est encore en gestation.

* Voir «Assessment of Properties of Swedish Reactor Waste», par R. Sjöblom, J.P. Aittola, K. Brodén, K. Andersson et S. Wingefors, *Radioactive Waste Management*, compte rendu d'une conférence internationale organisée en 1983 à Seattle (Etats-Unis), IAEA STI/PUB/649, Vol. 2 (1984).

Aucune décision ferme n'a encore été prise en ce qui concerne les sites ou les méthodes à appliquer. En vérité, le gouvernement a donné l'autorisation de mettre en service un certain nombre de réacteurs nucléaires à la condition que les études KBS-1 et KBS-3 démontrent que les méthodes qu'elles décrivent garantissent la sûreté du conditionnement et de l'élimination définitive des déchets nucléaires. Cela ne signifie cependant pas que les méthodes en question sont celles qui seront choisies en fin de compte. Il est possible, en principe, d'en concevoir de meilleures. Il appartient, entre autres choses, au Conseil national du combustible nucléaire épuisé de veiller à ce que les diverses méthodes en présence soient bien étudiées et comparées pour déterminer celles qui conviennent le mieux aux conditions que l'on rencontre en Suède.

Pour obtenir l'autorisation de mettre les réacteurs Forsmark-3 et Oskarshamn-3 en service, les exploitants (représentés par SKB) ont eux aussi été invités à soumettre au gouvernement un rapport de recherche et développement sur l'élimination définitive, ce qu'ils ont fait sous la forme d'un plan. Pour commencer, plusieurs sites possibles seront étudiés d'ici 1990. Ensuite, deux ou trois sites seront sélectionnés et feront l'objet d'une définition détaillée, pour laquelle on procédera éventuellement au forage d'un puits de reconnaissance et au creusement de galeries expérimentales. La demande visant l'approbation du site définitif devrait être présentée au Service d'inspection vers l'an 2000.

SKB a aussi présenté le plan général d'un programme de recherche destiné à compléter le programme général de développement. Dans les commentaires qui l'accompagnent, le Service d'inspection a signalé que plusieurs domaines mériteraient d'être étudiés plus à fond, afin de démontrer que le site choisi répondra aux exigences de la sûreté. Il s'agit en particulier des conditions hydrologiques, géologiques, thermiques, mécaniques et chimiques qui règnent sur le site. Parmi les questions qui sont d'une importance particulière pour la définition du site, on peut citer, par exemple, la circulation des eaux souterraines et le transport des radionucléides dans les roches fracturées. En outre, il conviendrait d'étudier plus à fond les conséquences possibles de l'action combinée de divers facteurs, comme celles des phénomènes thermomécaniques sur l'écoulement des eaux souterraines.

Pour pouvoir s'acquitter de sa tâche au cours de la procédure d'autorisation prévue, le Service d'inspection doit commencer par mettre en œuvre son propre programme de recherche. La mise au point et l'essai des moyens d'évaluation de la performance sont les éléments clés de ce programme qui permettront d'atteindre un niveau de confiance satisfaisant.

C'est essentiellement à cette fin que ce service a lancé deux projets de coopération internationale — INTRACOIN et HYDROCOIN.* Ces projets concernent

la vérification, la validation et l'analyse de sensibilité des modèles de la migration des nucléides et de l'écoulement des eaux souterraines dans la géosphère qui ont été utilisés dans l'analyse de performance. Le Service d'inspection estime que les problèmes de la validation des modèles de transport dans la géosphère doivent faire l'objet d'études systématiques et globales, de préférence dans le cadre d'une collaboration internationale.

Pour disposer de l'information nécessaire à l'orientation de la réglementation et aux décisions futures concernant le programme SKB, le Service d'inspection a décidé d'entreprendre une étude visant à faire une analyse complète de la sûreté du système conçu par SKB pour l'élimination définitive des déchets. Cette étude de caractère général, puisqu'elle ne concernera nommément aucun site particulier, permettra aussi au Service d'inspection de fixer des priorités dans le cadre de son programme de recherche sur la gestion des déchets.

Problèmes, coopération et consensus

Maintenant que la Suède a mis en œuvre une bonne partie de son programme de gestion et d'élimination des déchets nucléaires, la principale question qui lui reste à résoudre est celle de l'élimination définitive du combustible épuisé et des déchets de haute activité. Vu la complexité des problèmes de sûreté que soulève l'élimination de déchets radioactifs dans des formations géologiques, et considérant la variété des domaines techniques et des méthodologies qui entrent en ligne de compte, une collaboration internationale est essentielle.

Il y a longtemps déjà que la Suède a pour principe de coopérer sur le plan international, principalement par l'intermédiaire de l'AIEA et de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE/AEN). A titre d'exemple de sa contribution, citons l'installation expérimentale de Stripa (dirigée par SKB), INTRACOIN et HYDROCOIN (dirigés par le Service d'inspection) et BIOMOV, projet pour l'étude de divers effets qui se manifestent dans la biosphère, tels le transport et la dispersion des nucléides (coordonné par l'Institut national de radioprotection).

Un domaine en plein essor — l'évaluation de la sûreté de l'élimination définitive des déchets radioactifs — lance un véritable défi aux autorités chargées de la sûreté et exige des compétences et des ressources pour l'examen des demandes d'autorisation d'exploitation. Il faut aussi considérer que tant le personnel que les fonds sont limités. En Suède, le Service d'inspection, l'Institut national de la radioprotection et le Conseil national du combustible épuisé disposent de certaines ressources financières pour leurs recherches sur la sûreté, lesquelles doivent être judicieusement utilisées, souvent en collaboration avec d'autres organismes suédois et étrangers.

Le souci de parvenir à un consensus scientifique au sujet des principaux problèmes de sûreté qu'implique l'élimination des déchets radioactifs est le moteur d'une bonne partie des activités des autorités suédoises responsables de la sûreté. A ce propos, elles sont tout à fait conscientes du rôle important que jouent les organisations internationales, notamment l'AIEA et l'AEN, dans l'harmonisation des points de vue des milieux politiques, des scientifiques et du grand public.

* Pour se renseigner sur la genèse de ces deux projets, voir *INTRACOIN, Final Report Level 1* (1984), *INTRACOIN, Final Report Levels 2 and 3* (1986), et *HYDROCOIN Progress Reports No. 1-2* (1985), Service d'inspection de l'énergie d'origine nucléaire, Stockholm. Voir aussi «Prospects of Model Validation Against Field/Laboratory Observations», p. K. Andersson, mémoire présenté à la deuxième session de travail de l'Agence pour l'énergie nucléaire sur l'évaluation de la performance des systèmes d'élimination des déchets radioactifs, Paris (octobre 1985).