

# Le démantèlement au CEA

par **Alain L'Homme**, directeur du patrimoine et de l'assainissement - CEA

## Le passé

Le CEA a une expérience, en matière de démantèlement des installations nucléaires, remontant à plusieurs dizaines d'années et portant sur des installations nombreuses et variées. Les premières opérations d'ampleur significative se sont déroulées dès les années 60 – 70 et ont concerné par exemple la première usine du plutonium de Fontenay-aux-Roses (démantèlement total) et de petits réacteurs de recherche ou maquettes critiques, CESAR et PEGGY à Cadarache, MINERVE à Fontenay-aux-Roses (génie civil assaini mais conservé). Une vingtaine d'installations a ainsi été traitée jusqu'à aujourd'hui, c'est-à-dire environ la moitié du parc des installations nucléaires mises à l'arrêt définitif, la dernière opération, achevée en 2002 (niveau 3 AIEA, hors génie civil), étant relative à AT1 à La Hague, atelier pilote utilisé par le CEA dans le courant des années 70 pour effectuer le retraitement de combustibles irradiés de réacteurs à neutrons rapides. Il est à noter, que, relativement au nombre d'installations à l'arrêt, il a été mené à leur terme plus de démantèlements de réacteurs que de laboratoires ou usines, ce qui est probablement un indicateur de difficulté.



Cellule du laboratoire de chimie du plutonium (LCPu) au CEA de Fontenay aux Roses

Pendant les années 90, le plan de démantèlement a été considérablement ralenti et très peu de chantiers ont pu être achevés. En pre-

mier lieu, ceci a résulté de l'évolution de la réglementation, modifiant en 1990 le décret de 1963 et augmentant la complexité administrative, donc la durée des opérations. En outre, la fin de la décennie a vu se développer une réflexion sur l'évolution à donner encore à la réglementation, certes nécessaire, mais qui a conduit à considérer certains chantiers comme « pilotes », notamment le démantèlement du réacteur EL4 à Brennilis. En second lieu, ce ralentissement était la conséquence de difficultés de financement, le CEA n'ayant pas constitué de provisions pour couvrir ces travaux, même si, de 1993 à 1999, une convention avec les partenaires industriels EDF et COGEMA a apporté une partie des ressources nécessaires.

## Le contexte actuel

Actuellement, le contexte est en voie d'amélioration très nette, sur le plan organisationnel et financier pour le CEA, sur le plan réglementaire et sur le plan de la gestion des déchets pour l'ensemble des organismes concernés.

Tout d'abord, face aux différents problèmes d'assainissement radioactif posés dans ses Centres de recherche, les efforts d'organisation et de planification du CEA, depuis le début des années 90, ont abouti à la définition d'un plan d'ensemble, « le plan d'assainissement radioactif des Centres civils du CEA », pluriannuel, et à la mise en place d'une maîtrise d'ouvrage, la Direction du patrimoine et de l'assainissement (DPA), chargée de l'application du plan. Ce plan concerne non seulement le démantèlement des installations nucléaires mises à l'arrêt définitif, mais aussi tous les problèmes connexes : assainissement de l'environnement, gestion des déchets radioactifs, des combustibles, des sources et des matières nucléaires sans emploi, filières de gestion des déchets (installations et transports). Ce plan est à 30 ans pour le démantèlement, à 10 ans pour les autres domaines. Pour la réalisation des chantiers, la maîtrise d'ouvrage DPA s'appuie sur une maîtrise d'ouvrage déléguée, au niveau des Centres.

Puis, un fonds dédié a été mis en place fin 2001 au CEA, pour couvrir grosso modo les opérations pour lesquelles aucune provision n'a été constituée, ce qui est le cas notamment du démantèlement des installations existantes, qu'elles soient déjà à l'arrêt ou encore en fonctionnement. Le fonds dédié a été créé à partir de ressources tirées d'AREVA, est géré par la Direction financière du CEA épaulée par un conseil financier et est contrôlé par un Comité de surveillance où les tutelles du CEA sont représentées. Le Comité contrôle la gestion générale du fonds, le déroulement du plan, l'emploi des ressources et l'adéquation des dépenses et de l'avancement des opérations. Un gros intérêt du fonds dédié, outre bien entendu qu'il apporte des ressources, est qu'il dégage en partie les acteurs des aléas de la budgétisation annuelle du CEA. Pour les gros chantiers qui durent entre 7 et 15 ans, voire plus, c'est un avantage essentiel.

Ensuite, la DGSNR vient de publier une note circulaire sur le démantèlement, dont le projet a été discuté avec les organismes concernés, visant à une meilleure efficacité, notamment en stabilisant l'application de la réglementation et en tenant compte de la diversité des installations nucléaires.

Enfin, le Centre de stockage de l'ANDRA pour les déchets très faiblement actifs (TFA) devrait ouvrir dans le courant du second semestre 2003. C'est un exutoire indispensable pour la conduite des démantèlements, qui sont les gros fournisseurs de déchets TFA.

### Les choix du CEA

Dans ces nouvelles conditions, le CEA peut se montrer dynamique et ambitieux dans son plan de démantèlement. Dans la première décennie de 2000, il est prévu de faire face à un pic maximal d'une trentaine de chantiers, d'en terminer une quinzaine (AT1 à La Hague étant la tête de file), et de traiter une très grande partie des installations mises à l'arrêt définitif avant 2000.

Le plan établi par le CEA comprend des choix de priorités reposant sur des considérations de sûreté, de moyens, de technique et de stratégie.

Un élément fondamental de stratégie pris en compte est constitué par les orientations fixées par la Direction de l'énergie nucléaire courant 2001 concernant l'avenir des Centres de re-

cherche : concentration des installations nucléaires expérimentales sur Cadarache et Marcoule, maintien des réacteurs OSIRIS et ORPHEE et du laboratoire chaud LECl sur Saclay, dénucléarisation confirmée de Fontenay-aux-Roses à l'horizon 2010, dénucléarisation de Grenoble avancée à l'horizon 2015. La dernière installation nucléaire expérimentale de Fontenay-aux-Roses, le Laboratoire de chimie du plutonium et des transuraniens, a été arrêtée en 95 ; la dernière installation expérimentale de Grenoble, le laboratoire chaud LAMA, a quasiment cessé ses activités de recherche en 2002. Dans les installations de service de ces deux Centres, ne sont maintenant conservées que les fonctions utiles à l'assainissement radioactif des sites et au démantèlement des installations.

Le montage industriel adopté par le CEA pour réaliser les travaux de démantèlement a été et demeure actuellement assez variable. Cependant la tendance est maintenant à s'appuyer sur une assistance à maîtrise d'ouvrage déléguée (AMOAD) forte, interne comme DAM/DP2I et VRH/DDCO ou le plus souvent externe. L'AMOAD est alors en charge des études de faisabilité et de définition, c'est-à-dire en particulier de la définition des scénarios et du lotissement, de la préparation et du dépouillement des appels d'offres aux entreprises générales, pour études appliquées et travaux. La MOAD et son assistance sont alors en interface directe avec ces entreprises générales, sans intermédiaire de maîtrise d'œuvre. Ceci permet un meilleur traitement, technique et commercial, des aléas difficiles à prévoir rencontrés sur les chantiers.

L'expérience acquise, notamment sur l'usine UP1 à Marcoule et le réacteur EL4 à Brennilis, montre que la conduite d'un démantèlement par une maîtrise d'ouvrage « plurielle » est difficile. Les discussions au sein de la communauté, inévitables, entraînent au minimum des duplications dans la maîtrise d'ouvrage, et souvent aussi des retards et donc des surcoûts sur les chantiers. C'est pourquoi EDF, COGEMA et le CEA étudient actuellement la possibilité de répartir entre eux, en équilibrant les risques, certains chantiers communs de démantèlement, actuels, tel EL4, ou à venir, tels PHENIX à Marcoule et UP2-400 à La Hague.

Bien entendu, les considérations de sûreté et de protection de l'homme et de l'environnement, ainsi que le respect de la réglementa-

tion, sont des impératifs absolus pour le CEA. Ceci conduit principalement à traiter en priorité les installations dominantes en termes de risques, à viser à une réduction rapide du terme source après l'arrêt des installations (phase d'assainissement radioactif) et à une minimisation des déchets et effluents produits. Il est à remarquer que les deux premiers points sont en outre cohérents avec une bonne gestion du personnel courant des installations, nécessaire pour la conduite de l'installation à l'arrêt tant que les risques n'ont pas été réduits, utile, de par sa connaissance du passé de l'installation, pour mener l'assainissement radioactif, mais aussi qu'il n'est pas souhaitable, parce que ce serait une mauvaise utilisation des compétences, de maintenir dans l'installation pour une trop longue durée. A cet égard, par exemple, la conduite des chantiers de l'ALS (accélérateur linéaire de Saclay) et du LNS (laboratoire national SATURNE) à Saclay a été exemplaire.



Le synchrotron Saturne au CEA de Saclay

Beaucoup des considérations précédentes sont aussi, et ce n'est pas un hasard, cohérentes avec une bonne gestion économique (stratégie pour le parc nucléaire, montage industriel, répartition des chantiers entre les partenaires, gestion du personnel, assainissement radioactif au plus vite après l'arrêt, gestion des déchets). Il est à souligner que la volonté d'entreprendre les opérations d'assainissement et de démantèlement dès l'arrêt définitif de l'installation suppose une prévision suffisamment anticipée de l'arrêt et une préparation, également suffisamment anticipée, technique et commerciale des opérations. C'est pourquoi, par exemple, le CEA a entrepris dès 2003 l'étude

approfondie du démantèlement de PHENIX à Marcoule. Cependant, il y a évidemment des limites, même si elles sont floues, à l'engagement annuel des moyens, en premier lieu au niveau de la maîtrise d'ouvrage et des circuits financiers et commerciaux du CEA, en second lieu probablement aussi au niveau de la disponibilité des ingénieries et des entreprises générales compétentes. Ce second étranglement deviendra bientôt encore plus significatif avec le démarrage du plan de démantèlement des anciennes centrales d'EDF. En passant, c'est une raison pour le CEA de participer très activement, via l'INSTN et des accords avec les universités, à l'enseignement et à la formation sur le démantèlement et les thèmes connexes. Ces limitations peuvent conduire le CEA à différer les opérations sur les installations à risque faible et sur les dernières phases de démantèlement (la déconstruction).

Enfin, la non-disponibilité de filières de gestion de déchets ou de techniques spécifiques d'assainissement et de démantèlement conduit, par force, à différer certaines opérations. Par exemple, le CEA ne pourra pas reprendre le démantèlement de ses réacteurs à graphite avant la mise en opérationnel par l'ANDRA d'un exutoire pour les déchets de graphite.

### **Le plan pluriannuel de démantèlement des installations civiles du CEA**

Ce plan porte sur l'ensemble des installations nucléaires civiles du CEA, déjà à l'arrêt définitif ou encore en fonctionnement, INB, INBS et ICPE radioactives. Du point de vue des délais d'opération et des coûts, il repose sur une étude faite par SGN aux environs de 94, ses réactualisations et le retour d'expérience. Les grandes étapes des opérations et la distribution des coûts sont définies par année jusqu'en 2030. Le coût est globalisé pour l'après-2030. Une telle perspective est nécessaire pour définir les engagements du CEA, la gestion du fonds dédié et les provisions qu'il y a maintenant lieu de faire sur les installations et la gestion des déchets.

Le plan est détaillé plus finement dans le cadre général du plan décennal du CEA et de la Direction de l'énergie nucléaire ; c'est cette période qui va être décrite ci-dessous.

Dans la décennie 2001-2010, le plan prévoit l'achèvement de l'assainissement / démantèlement pour un peu plus d'une quinzaine d'installations, l'objectif technique très générale-

ment visé étant le niveau 3 de l'AIEA, hors déconstruction du génie civil :

- sur Fontenay-aux-Roses : les laboratoires RM2 /INB59 et Bâtiment 18 /INB57, ainsi que l'ICPE TRITON ;
- sur Saclay : le laboratoire SATURNE /INB48, l'accélérateur ALS /INB43, l'ICPE ASTER et l'ICPE installation d'enrichissement ;
- sur Grenoble : les réacteurs piscine MELUSINE /INB19, SILOE /INB20 et SILOETTE /INB21 et l'ICPE B055 /Bâtiment D2 ;
- sur Pierrelatte : l'ICPE installation d'enrichissement ;
- sur Marcoule : la cheminée du réacteur G1 ;
- sur Cadarache : les ateliers de cryotraitement /INB54 et ATUE /INB52 et la pile HARMONIE /INB41 ;
- sur La Hague : l'atelier AT1 /INB33 (terminé début 2002).

Les dates d'arrêt de ces installations s'échelonnent de 1968 (cheminée de G1) à 2002 (SILOETTE). Début 2003, plus de la moitié des chantiers ont dépassé le stade de l'assainissement radioactif.

Dans la même décennie, les opérations d'assainissement / démantèlement seront poursuivies ou entreprises pour une autre quinzaine d'installations :

- sur Fontenay-aux-Roses : les stations de traitement des effluents et déchets / INB34 et 73 ;
- sur Saclay : la cellule CELIMENE /INB50, le laboratoire chaud LHA /INB49 et le réacteur ULYSSE /INB18 ;
- sur Grenoble : le laboratoire chaud LAMA /INB61 et la station de traitement des effluents et déchets STED /INB36 et 79 ;
- sur Marcoule : l'INBS APM et le réacteur PHENIX /INB71,
- sur Cadarache : l'atelier de fabrication CFCA /INB32 en collaboration avec la COGEMA, le réacteur RAPSODIE/INB25 et l'entreposage de déchets /INB56 ;
- sur La Hague : l'atelier ELANIIB /INB47 ;

- sur Brennilis le réacteur EL4 /INB162, en collaboration avec EDF.

La bonne conduite des opérations d'assainissement radioactif et de démantèlement nécessite non seulement une évacuation en ligne des effluents et déchets radioactifs produits, mais aussi des déchets, effluents et matières radioactives diverses (combustibles, sources, matières nucléaires) encore contenus dans les installations au moment de l'arrêt. L'ensemble des filières de gestion des déchets (installations de service, emballages de transport et exutoires) nécessaire au fonctionnement des installations nucléaires expérimentales est donc sollicité et doit être opérationnel. La capacité de cet ensemble doit pour certaines catégories de déchets (TFA, B) être renforcée (projet CEDRA pour les déchets B) et complétée par quelques installations spécifiques, telle ATENA à Marcoule pour le traitement des déchets sodés, telle l'installation qui sera nécessaire pour conditionner les déchets de graphite. Ces projets sont à coordonner dans le temps avec le plan de démantèlement.

### Les enjeux

Le CEA s'est résolument engagé dans un très important plan d'assainissement radioactif de ses Centres de recherche, incluant notamment l'assainissement et le démantèlement de ses installations nucléaires mises à l'arrêt définitif et visant à régler complètement la situation dans la première décennie de 2000, vis-à-vis non seulement du passé mais aussi de l'avenir pour une période d'au moins 30 ans. Ainsi, et ce sont finalement les grands enjeux, le CEA, d'une part participe activement au confortement de la crédibilité de l'énergie nucléaire, dans une optique de développement durable, d'autre part permet la poursuite, dans les meilleures conditions, de ses activités de recherche et développement, par le maintien de la disponibilité de ses installations nucléaires récentes et par la possibilité d'en ouvrir d'autres.

Ces enjeux sont tels qu'ils conduiront, indubitablement, à surmonter toutes les difficultés, internes (moyens, procédures, conflits de priorité avec les programmes et les investissements de R&D...) et externes (exutoires pour les déchets, moyens industriels...).



# Un exemple de démantèlement finalisé (avec mise en place de servitudes) : FBFC Pierrelatte

par **Philippe Sorbe**, directeur sûreté et **Vincent Girard**, chef de projet démantèlement - société FBFC

La société FBFC, Franco-belge de fabrication de combustible, a été créée en 1973. Cette société, en nom collectif, a un capital détenu à 100% par Framatome-ANP intégré, aujourd'hui, dans le groupe AREVA.

A partir de 1998, l'établissement de Pierrelatte s'est engagé dans une démarche de déconstruction de sa ligne uranium, afin de répondre à l'évolution du marché conduisant à un redimensionnement de l'outil industriel de la société FBFC.

Cette unité de production (INB 131) a démarré le 25 novembre 1983. Le seul radioélément autorisé à être mis en œuvre dans cette installation était de l'uranium naturel enrichi dans une limite de 5% en uranium 235. Cet établissement est situé à l'intérieur du site du Tricastin, dans la partie nord-ouest.

La ligne uranium s'est arrêtée définitivement le 20 novembre 1998. Depuis le début de l'année 1998, une organisation spécifique a été mise en place afin de mener à terme le projet de déconstruction de cette unité de fabrication. Les missions prioritaires de cette équipe étaient de réaliser successivement, et dans des délais optimisés, les grandes étapes suivantes :

- l'étape administrative qui a abouti à l'obtention du décret autorisant l'exploitant à réaliser les opérations de déconstructions de l'INB 131 ;
- l'étape de consultation des entreprises extérieures qualifiées pour réaliser les dites opérations ;
- l'étape opérationnelle du projet consistant à rentrer dans une phase active de chantier ;
- l'étape des contrôles radiologiques permettant de justifier que l'état final choisi a bien été atteint ;
- l'étape ultime consistant, pour l'exploitant, à démontrer que l'ensemble des objectifs qu'il s'était fixés sont atteints par l'émission de dossiers de synthèse qui permettent à l'Autorité de sûreté de juger de la faisabilité du déclassement de l'établissement.

L'objectif de ce démantèlement était de laisser les bâtiments en place et de les assainir de telle sorte que l'établissement perde son statut d'installation nucléaire de base tout en rendant ces bâtiments libres d'accès et réutilisables, éventuellement, par une autre industrie.

## LA PROCEDURE ADMINISTRATIVE

Le décret de **mise à l'arrêt définitif** (MAD) et de **démantèlement** (DEM) a été obtenu le 22 mai 2000. Ce décret avait la particularité de présenter des objectifs de résultat en termes radiologiques et temporels :

- activité surfacique  $\alpha \leq 0,4$  Bq/cm<sup>2</sup> et activité massique  $\alpha \leq 1$  Bq/g ;
- délai de 3 ans pour terminer les travaux.

Les exigences réglementaires imposées par l'article 6 ter du décret 63-1228 du 11 décembre 1963 (explicité par la note SIN/PARIS 16310/90 du 09 novembre 1990) ont impliqué de :

- **différencier** une phase de mise à l'arrêt définitif (MAD), essentiellement orientée vers la dépose des équipements de process, et une phase de démantèlement (DEM), axée sur l'assainissement et le contrôle radiologique du bâtiment. Bien que deux phases aient été distinguées, un seul décret, sans enquête publique, a couvert la globalité de l'opération ;

- **rédiger** 6 documents :

- une analyse de sûreté pour la phase de cessation définitive d'exploitation (CDE) ;
- un rapport de sûreté pour la MAD et le DEM enrichie d'une étude d'impact justifiant de l'état final choisi ;
- des règles générales de surveillance et d'entretien ;
- un plan d'urgence interne ;
- une note de synthèse pour l'obtention du décret de MAD et de DEM ;
- une notice de présentation à la Commission Interministérielle des installations nucléaires de base (CIINB).

La démarche permettant d'aboutir au décret est représentée ci-dessous.

**L'ORGANISATION**

Les ressources ont été organisées autour de 2 axes :

- la maîtrise d'ouvrage était assurée par FBFC afin de garantir les pôles de compétences nécessaires à la maîtrise d'un tel projet ;
- la maîtrise d'œuvre relative aux opérations de démontage, à la caractérisation des déchets et à la radioprotection de chantier a été entièrement sous traitée à plusieurs sociétés et organisée de façon à assurer une indépendance des fonctions d'exécution et de contrôle.

**Conservation de l'historique et de la mémoire des installations**

A posteriori, il est évident que la réussite de l'opération est assujettie à la connaissance historique des installations que possède le maître d'ouvrage.

Cet historique s'appuie sur deux points essentiels :

**Le personnel**

Le maître d'ouvrage doit conserver, dans la mesure du possible, dans son organisation, du personnel ayant participé :

- à l'exploitation de l'usine (production/maintenance) ;
- à la conception de l'usine (travaux neufs / ingénierie) ;
- à la mise en place des règles de sécurité et de sûreté.

**La documentation technique :**

Toute la documentation (photographies, plans, rapports, étude d'impact initiale, dossiers constructeurs, RPS...) est importante pour pouvoir répondre à toutes fins utiles :

- aux prestataires de services intervenant sur le chantier ;
- à l'Autorité de sûreté, pour justifier de l'historique d'exploitation et des mesures de sûreté mises en place pour le chantier ;
- au maître d'ouvrage, pour justifier de l'état final au moment du déclassement de ses installations.

**LA PHASE DE CESSATION DEFINITIVE D'ACTIVITE (CDE)**

Cette étape doit être considérée comme la plus importante du processus. Cette CDE est une phase charnière entre la période d'exploitation et la phase de chantier. Elle constitue un préalable nécessaire au niveau de la sûreté, aux règles d'intervention applicables, ultérieurement, aux phases de MAD et de DEM :



- elle est à réaliser au plus tôt et au fur et à mesure de l'arrêt définitif de production (ADP) des équipements et avec le personnel d'exploitation ;
- elle nécessite une analyse de sûreté afin de lister, d'une part, tous les risques liés à ces arrêts et, d'autre part, les fonctions de sûreté à laisser en exploitation pour la phase de surveillance et la phase de chantier ;
- elle nécessite la mise en place d'une structure documentaire spécifique où sont répertoriées toutes les actions qui ont été menées (consignations, purge, démontage, etc.), et qui seront utiles lors du démontage réel des équipements ;
- elle nécessite la mise en place d'un repérage et d'une identification particulière sur le terrain de façon à ce que les actions de CDE soient visibles et compréhensibles par tous.

### LA PHASE DE MISE A L'ARRÊT DÉFINITIF (MAD) ET DE DEMANTELEMENT (DEM)

La référence réglementaire applicable au moment de la demande de démantèlement de l'installation nous a amené à différencier les opérations de mise à l'arrêt définitif (MAD) et les opérations de démantèlement (DEM) bien que cette distinction ne présente aucun intérêt particulier pour une usine telle que l'installation FBFC Pierrelatte.

Les principales étapes de MAD et de DEM ont consisté à effectuer la dépose de l'ensemble des équipements des zones réglementées ayant concourus au fonctionnement de l'INB en suivant une chronologie adaptée au niveau de contamination résiduel identifié lors des phases de CDE et à assainir les murs, sols et plafonds de l'installation. Ces opérations ont débuté le 18 septembre 2000 et se sont terminées le 24 juillet 2002, soit environ 23 mois de chantier. Durant cette période, jusqu'à 35 intervenants ont opéré en même temps sur le chantier.

Le retour d'expérience issu de ce chantier de démantèlement d'une usine révèle qu'un certain nombre des problèmes techniques rencontrés proviennent de défauts issus directement de la phase de conception et d'exploitation de l'installation. C'est le cas par exemple des passages en zone contaminée de tuyauteries, de gaines de ventilation ou de câbles électriques provenant d'une zone non nucléaire et à destination d'une zone non nu-

cléaire. L'absence de peinture lavable et décontaminable sur certaines parties des sols, murs et plafonds ont également rendu plus difficile les opérations d'assainissement. Il apparaît donc indispensable que certaines règles techniques de bon sens soient mises en place à toutes les étapes du cycle de vie d'une installation (conception, exploitation, modifications) afin que les futures opérations de démantèlement ne soient pas pénalisées.

En ce qui concerne la gestion des déchets, il importe que, avant d'initier des travaux de cette ampleur, la politique de gestion des déchets soit clairement établie. Les filières dédiées doivent être autorisées ou en phase de l'être. L'exploitant doit s'assurer que ses moyens de gestion répondent aux spécifications d'entrée des filières qui s'offrent à lui. Par ailleurs, la mise au point d'un procédé de nettoyage spécifique a permis de réduire considérablement l'activité radiologique des déchets issus du démantèlement de l'installation.

Au total, environ 1400 tonnes de déchets ont été produits au cours de ce chantier, dont 82 % sont considérés comme déchets TFA et destinés à être évacués vers le centre de stockage TFA. Les opérations de démantèlement n'ont pas généré d'exposition particulière sur le public et le personnel intervenant n'a pas subi d'exposition significative.



Le démantèlement et l'assainissement de la zone frittage de l'installation FBFC Pierrelatte : avant / après

## LA GESTION DES DECHETS

FBFC a choisi, pour les déchets induits par les opérations de démantèlement de l'INB 131, de s'engager autant que possible dans la filière TFA. A ce titre, il a été créé une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) sous la rubrique 2799. L'arrêté interministériel d'autorisation d'exploiter a été obtenu le 31 octobre 2000.

## LE DECLASSEMENT DE L'INB 131

A l'issue des travaux, le décret prévoyait que l'exploitant transmette, à l'Autorité de sûreté, trois documents :

- un bilan des déchets produits ;
- un bilan radiologique des opérations ;
- un état radiologique justifiant que les objectifs de radioprotection ont été atteints.

Très tôt, FBFC a réfléchi sur une méthode de caractérisation radiologique de son INB lui permettant de démontrer que les objectifs qu'elle s'était fixés étaient atteints. Cette méthode a concerné l'ensemble du périmètre INB (16 hectares). Fondée sur le zonage déchets elle a permis de classer les locaux en trois catégories et d'établir, pour chacune d'elles, un plan de contrôle particulier :

**1<sup>ère</sup> catégorie** : toutes parties d'éléments de génie civil, d'équipements ou de réseaux ayant concouru directement ou indirectement au fonctionnement de la ligne uranium de l'INB 131 et concernés par les activités de MAD et de DEM ;

**2<sup>ème</sup> catégorie** : toutes parties d'éléments de génie civil, d'équipements, de voiries ou de réseaux intégrés à l'intérieur du périmètre de l'INB 131 n'ayant jamais contribué au fonctionnement de la ligne uranium ni été concernées par les activités de MAD et de DEM. Leur activité industrielle conventionnelle ne s'est jamais arrêtée et sera maintenue à l'issue du déclassé ;

**3<sup>ème</sup> catégorie** : superficies non bâties et n'ayant jamais été concernées par les activités industrielles de l'établissement FBFC Pierrelatte.

Cette méthode n'a pas été infaillible dans la mesure où elle a amené FBFC à revoir les plans d'échantillonnage sur des surfaces dont le niveau d'activité surfacique avait été sous-estimé.

## Les servitudes au profit de l'État : la procédure de déclassement

Des réflexions ont été engagées mi-2002 avec la DGSNR afin de définir des modalités administratives et réglementaires relatives au changement du statut administratif de l'installation. L'objectif visé était de prévoir un moyen de conserver la mémoire industrielle de l'établissement en mettant en place des servitudes d'utilisation dans le cadre, notamment, d'une réutilisation ultérieure des bâtiments, soit par FBFC, soit par un nouveau propriétaire.

Outre la rédaction de servitudes qui ont fait l'objet de discussions concertées entre l'exploitant et la DGSNR, la difficulté a résidé dans :

- la recherche des documents cadastraux relatifs au site ainsi que les titres de propriété ;
- la mobilisation et l'assistance de notaires experts dans le domaine industriel ;
- la mobilisation de l'ensemble des services locaux de l'Etat ;
- la contrainte du respect d'un calendrier permettant d'obtenir le déclassement avant la fin de l'année ; dans le cas de FBFC, la non-obtention du déclassement à la fin de l'année 2002, due à une demande complémentaire de nettoyage de quelques zones, a obligé la société à devoir payer, durant une année supplémentaire complète, la taxe INB pour une installation vide de tout équipement et de toute présence significative de matière radioactive.

Pour le cas de l'INB 131, les « servitudes au profit de l'Etat » vont être prochainement signées par les propriétaires de terrain et les représentants de l'État, simultanément avec le déclassé de l'établissement par les ministres chargés de la sûreté nucléaire.

## CONCLUSION

La démarche suivie par FBFC a permis de tirer les enseignements suivants :

- la nécessité d'une coopération étroite entre l'Autorité de sûreté et l'exploitant ;
- la connaissance et la prise en compte de l'historique de l'installation à démanteler ;
- la mise en place d'une organisation spécifique concernant non seulement la déconstruction elle-même mais aussi le traitement des déchets ;
- la vigilance quant au respect d'un calendrier prévisionnel devant mener au déclassé final.



# La gestion des déchets provenant du démantèlement des installations nucléaires

par **Estelle CHAPALAIN**, chargée d'affaires à la sous-direction « installations de recherche, démantèlement, sites pollués, déchets » - DGSNR

Pendant les opérations de démantèlement, des quantités importantes de déchets sont souvent produites. Ces déchets sont, de plus, généralement de nature différente de celles des déchets courants issus de l'exploitation de l'installation. Par conséquent, les aspects liés à la gestion des déchets prennent une importance primordiale lors du démantèlement d'une installation, et l'exploitant doit s'assurer de l'existence de filières d'élimination appropriées.

## La réglementation en matière de déchets

Il est nécessaire d'évoquer ici la réglementation en matière de déchets. La gestion des déchets provenant des installations nucléaires s'inscrit dans le cadre général défini par la loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 (article L.541 du code de l'environnement) et ses décrets d'application, relatifs à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux. Cette loi pose comme principes de base la prévention de la production de déchets, la responsabilité des producteurs de déchets jusqu'à leur élimination, la traçabilité de ces déchets et la nécessité d'informer le public. Ainsi, l'exploitant d'une installation nucléaire en démantèlement, producteur du déchet, en est responsable jusqu'à son élimination dans des installations dûment autorisées à cet effet ; en particulier, il reste responsable de son déchet même s'il est entreposé dans une installation exploitée par un autre industriel.

De plus, la gestion des déchets radioactifs provenant des installations nucléaires de base repose sur un cadre réglementaire strict, précisé par l'arrêté du 31 décembre 1999 fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploita-

tion des installations nucléaires de base. Celui-ci prévoit :

- l'élaboration d' « études déchets » pour chaque site nucléaire, qui doit conduire à dresser un état des lieux de la gestion des déchets sur un site et proposer des solutions alternatives visant à améliorer la gestion des déchets. L'étude déchets comporte notamment la définition d'un « zonage déchets » distinguant les zones de l'installation où les déchets sont susceptibles d'avoir été contaminés par des substances radioactives ou activés par des rayonnements, des zones où les déchets ne peuvent contenir de radioactivité ajoutée ; elle doit être approuvée par l'Autorité de sûreté nucléaire ;
- la définition, pour chaque type de déchets nucléaires, de filières adaptées et dûment autorisées, s'appuyant sur des études d'impact et faisant l'objet d'une information ou d'une consultation du public ;
- la mise en place de systèmes de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité.

Ainsi, l'élimination des déchets provenant du démantèlement des installations nucléaires doit faire l'objet d'une traçabilité adéquate, et le producteur de déchets doit pouvoir montrer qu'il a effectivement envoyé ses déchets dans des filières d'élimination dûment autorisées.



Engin utilisé pour les opérations d'assainissement

### L'élaboration d'une « étude déchets »

Les « études déchets » demandées à tout exploitant d'installations nucléaires doivent faire état des objectifs affichés par l'exploitant pour réduire le volume, la toxicité chimique, biologique et radiologique des déchets produits dans son installation et optimiser leur gestion en veillant à favoriser le tri et la valorisation. Ces études déchets doivent être rédigées selon un cahier des charges précis, défini par l'Autorité de sûreté nucléaire. Celui-ci est disponible sur le site Internet de l'Autorité de sûreté nucléaire [www.asn.gouv.fr](http://www.asn.gouv.fr). Il précise les attentes de l'Autorité de sûreté nucléaire quant à l'exhaustivité et la qualité des informations qui doivent être fournies par tout exploitant nucléaire. En particulier, les modalités d'élaboration du zonage déchets y sont clairement précisées et visent à ce que les exploitants mettent en œuvre une organisation fondée sur l'utilisation de lignes de défense successives afin de séparer, avec un niveau de confiance élevé, les déchets conventionnels (qui n'ont pas été susceptibles d'avoir été contaminés ou activés) des déchets nucléaires (qui ont pu être contaminés ou activés). Ces lignes de défense successives sont les suivantes :

- un zonage de l'installation visant à séparer les « zones à déchets conventionnels » des « zones à déchets nucléaires », fondé, indépendamment de toute mesure, sur l'analyse de la conception, du fonctionnement et de l'historique de l'installation ;
- des mesures adaptées lors de la sortie des déchets de l'installation et du site permettant de vérifier le caractère non radioactif des déchets conventionnels ;
- éventuellement, la mise en place de portiques de détection de radioactivité à l'entrée des installations d'élimination de déchets conventionnels.

En fonction du zonage déchets effectuées, les filières d'élimination sont alors :

- des filières conventionnelles d'élimination de déchets pour les déchets conventionnels (en respectant les plans départementaux et régionaux d'élimination des déchets) ;
- des filières spécifiquement autorisées pour les déchets nucléaires, qui peuvent être soit des filières dédiées à cet effet (exemple : Centre de l'Aube, centre de stockage TFA),

soit des filières conventionnelles autorisées spécifiquement sur la base d'une étude d'impact radiologique (exemple : élimination de déchets amiantifères : Inertam).

Dans le cas d'une installation en démantèlement, l'étude déchets doit respecter les mêmes objectifs définis dans ce cahier des charges. Cependant, une réflexion approfondie sur les caractéristiques à la fois quantitatives et qualitatives des déchets provenant du démantèlement doit être menée afin d'optimiser les flux de production de déchets et de minimiser les volumes et activités des déchets. Pour que l'exploitant dispose d'une caractérisation des déchets fiable et sûre, il est nécessaire que l'état physique et radiologique de l'installation ait été préalablement caractérisé de manière également fiable et sûre. Aussi, les études relatives à la gestion des déchets provenant du démantèlement doivent être effectuées très largement en amont des travaux de démantèlement prévus, de façon à éviter au maximum les entreposages de déchets en attente d'exutoire sur les sites dans des conditions mal adaptées.

Tout retard dans la recherche de solutions d'élimination des déchets multiplie le volume et la taille des entreposages sur site, dont la sûreté doit aussi être assurée. Or, aujourd'hui, certains exutoires de déchets ne sont pas encore opérationnels. C'est le cas par exemple du stockage profond, destinée à stocker des déchets de haute activité à vie longue, ou bien des installations de stockage de déchets contenant du graphite.

Il est donc impératif d'étudier et de proposer des solutions alternatives permettant d'entreposer les déchets en attente d'exutoire dans des conditions parfaitement adaptées et sûres. La création d'installations dédiées pour l'entreposage de déchets en attente d'exutoires opérationnels peut être une solution à mettre en œuvre. De même, les types de conditionnement et les emballages de transport doivent être étudiés au plus tôt afin de limiter les éventuelles opérations de reconditionnement de déchets.

De même, une attention particulière doit être apportée par l'exploitant à l'élaboration du zonage déchets. En effet, c'est en appliquant rigoureusement les modalités d'élaboration du zonage déchets que pourront être discriminés de façon sûre les déchets conventionnels des déchets nucléaires tout en mini-

misant les quantités de déchets nucléaires qui sont produits lors du démantèlement.

### **Le cas de l'assainissement d'une installation nucléaire**

La mise en place de ce cadre réglementaire strict, fondé notamment sur un zonage déchets réalisé « a priori » et non pas uniquement sur des mesures radiologiques, a conduit les exploitants à devoir adapter leur méthodologie d'assainissement afin de le prendre en compte. De nombreuses études et cas pilotes ont été conduits dans les années 1990 par les exploitants pour mettre au point des méthodologies d'assainissement efficaces et conformes à cette réglementation en matière de déchets radioactifs. Ainsi, les opérations mises en œuvre pour assainir les installations et les locaux ayant contenu des matières radioactives doivent permettre de garantir que toutes les parties ayant pu être en contact avec des substances radioactives sont enlevées et que les parties restantes peuvent être considérées comme conventionnelles.

La méthodologie d'assainissement des installations nucléaires privilégiée aujourd'hui par l'ASN s'appuie donc sur la méthodologie d'élaboration du zonage déchets et ses modalités d'évolution. L'exploitant doit déterminer, par une démonstration « a priori » fondée sur la conception de l'installation, son mode de fonctionnement, l'analyse de son historique (incidents, modifications apportées, contrôles radiologiques périodiques...) ou toute autre démonstration de type empirique, le zonage déchets de son installation en définissant très précisément la frontière entre zones à déchets conventionnels et zones à déchets nucléaires. En particulier, dans le cas des parois d'un bâtiment, cette frontière peut correspondre à une épaisseur minimale d'assainissement. L'exploitant procède alors à l'évacuation de tous les déchets nucléaires provenant des zones à déchets nucléaires, avant de mettre en œuvre sur les éléments restants un programme de contrôle adapté visant à confirmer leur caractère non radioactif. Il propose ensuite au directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection le déclassement de cette zone en zone à déchets conventionnels. Après approbation de cette modification définitive du zonage déchets,

les déchets conventionnels restants sont éliminés dans des filières conventionnelles et peuvent être traités comme tout déchet issu de l'industrie classique.

Cette méthodologie a été mise en application pour la première fois à Brennilis, sur le bâtiment servant à l'entreposage de déchets solides (EDS), dont les parois en béton ont été largement contaminées durant la phase d'exploitation. L'exploitant a déterminé une profondeur minimale de béton à retirer des parois du bâtiment par l'analyse de l'historique de fonctionnement de ce bâtiment complétée par la modélisation de la migration des radioéléments dans le béton. Les travaux d'assainissement du bâtiment ont été menés durant l'année 2001 et un programme adapté visant à confirmer le caractère conventionnel des parois restantes a été mis en œuvre, ce qui a permis de déclasser ce bâtiment de zone à déchets nucléaires en zone à déchets conventionnels. L'approbation de cette modification définitive du zonage déchets a été délivrée par le directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en janvier 2002. Le bâtiment a ensuite été démoli en avril 2002. Les produits issus de la démolition de ce bâtiment, considérés comme déchets conventionnels, pourront être réutilisés sur le site comme remblai.

### **Conclusion**

La gestion des déchets provenant du démantèlement des installations nucléaires est donc l'un des éléments clés permettant la réussite du démantèlement d'une installation nucléaire. La gestion de ces déchets doit donc être assurée de façon claire, sûre et exhaustive avec une attention particulière portée sur le zonage déchets et sur la caractérisation quantitative et qualitative des déchets produits afin d'optimiser les flux de déchets à gérer.

De plus, la mise en application de la méthodologie d'assainissement des installations nucléaires doit permettre de réaliser de façon industrielle les grands programmes de démantèlement aujourd'hui engagés. En effet, elle permet de discriminer de façon efficace les déchets radioactifs des déchets conventionnels tout en garantissant un très haut niveau de confiance.

## **Chantier pilote d'assainissement : Traitement du bâtiment d'entreposage des déchets solide de la centrale des Monts d'Arrée à Brennilis**

**par Alain ENSUQUE, chef d'aménagement du site de Brennilis - EDF**

La centrale nucléaire des Monts d'Arrée à Brennilis (réacteur à eau lourde, EL4, d'une puissance électrique de 70 MW) a été construite de 1962 à 1966 et exploitée de 1967 à 1985. En 1996 le décret 96-978 a autorisé la création de l'INBE et la réalisation des travaux de déconstruction de niveau 2. Ces derniers ont démarré en 1997 ; ils concernent principalement trois bâtiments nucléaires : le bâtiment du combustible irradié (BCI), la station de traitement des effluents liquides (STE) et le bâtiment d'entreposage des déchets solides (EDS).

Le démantèlement des équipements électromécaniques dans ces bâtiments a été effectué de 1997 à 2000.

Afin de réaliser, ensuite, l'assainissement des bâtiments, une méthodologie particulière, applicable aux bâtiments nucléaires contaminés mais non exposés à l'activation, a été élaborée par EDF et le CEA en étroite relation avec l'Autorité de sûreté. Cette méthodologie repose sur la détermination a priori de l'épaisseur de béton au-delà de laquelle le matériau est conventionnel, sans référence à un seuil de libération.

En juillet 2000, il a été décidé de mettre au point et d'éprouver cette méthodologie par sa mise en œuvre dans le cadre d'un chantier pilote. Ce dernier a consisté à traiter entièrement le bâtiment EDS. Quelques surfaces particulières dans le BCI et la STE, représentatives de situations non présentes dans l'EDS, ont également été prises en compte dans le chantier pilote.

L'EDS est un ouvrage constitué de 500 m<sup>3</sup> de béton, comportant trois alvéoles qui étaient destinés à l'entreposage avant évacuation de pièces solides irradiantes provenant principalement du bloc réacteur : barres de contrôle, épées, bouchons thermiques, filtres de résines...

A l'issue du démantèlement électromécanique, correspondant essentiellement au démontage du portique de manutention, l'assainissement du bâtiment a été engagé. Cette opération a représenté :

- 620 m<sup>2</sup> de surfaces béton traitées ;
- 130 m<sup>2</sup> de surfaces métalliques traitées ;
- 5 m<sup>3</sup> de gravats d'assainissement produits et gérés en tant que déchets radioactifs (TFA) ;
- 300 m<sup>2</sup> contrôlés par mesures radiologiques surfaciques (CV28) ;
- 750 m<sup>2</sup> contrôlés par spectrométrie ;
- 9400 heures de travail.

L'assainissement des structures béton a été réalisé principalement au marteau piqueur ; celui des éléments métalliques par brossage et meulage.

Les contrôles radiologiques ont confirmé le caractère assaini des structures.

En septembre 2001, à l'issue de ces opérations, un dossier de déclassement a été élaboré et soumis à l'Autorité de sûreté. Celle-ci a approuvé l'évolution du zonage déchets de l'EDS le 18 janvier 2002. Le bâtiment, redevenu conventionnel, a alors pu être démoli sans contrainte nucléaire en avril 2002.

Cette démolition a produit :



- 1200 t de gravats conventionnels qui sont conservés sur le site pour une utilisation en remblais ;
- 16 t d'éléments métalliques (plaques, fourreaux, fers à béton) qui ont été évacués via une filière de recyclage autorisée.

Au titre de vérification ultime, dans le cadre du chantier pilote, des mesures supplémentaires ont été réalisées sur les produits de démolition :

- 12 échantillons de gravats béton ont été prélevés et analysés ;
- 5 fourreaux et un rail métalliques ont été contrôlés individuellement ;
- un échantillon d'environ 5 % des gravats de démolition a été soumis au contrôle radiologique de sortie de site (comme la totalité des déchets métalliques).

Les résultats de ces contrôles ont tous été négatifs, confirmant ainsi le caractère conventionnel de ces matériaux.

La plate-forme occupée par l'EDS a été reconstituée et peut désormais être réutilisée.

La réalisation de ce chantier pilote aura permis de valider globalement la méthodologie. La DGSNR a confirmé son applicabilité au traitement des autres bâtiments de Brennilis, hors enceinte réacteur.

La fin de l'assainissement des superstructures du BCI et de la STE est prévue à l'été 2003. Celles-ci pourront alors être déclassées et démolies, ce qui permettra le traitement des sous-sols et l'achèvement de la déconstruction complète de ces deux bâtiments en 2004.

Les travaux de démantèlement électromécanique puis d'assainissement de l'enceinte réacteur, correspondant aux opérations de déconstruction de niveau 3, doivent quant à eux se dérouler à partir de 2005, pour un achèvement à l'horizon à 2015.



État initial



Les opérations d'assainissement



Les opérations de démolition



État final

L'assainissement et la démolition du bâtiment EDS

# La prise en charge des déchets provenant du démantèlement

par **Véronique BERANGER**, chargée de mission auprès du directeur industriel et **Arnaud GREVOZ**, directeur sûreté, qualité, environnement - ANDRA

La loi du 30 décembre 1991, transposée dans l'article L-542- du code de l'environnement, attribue à l'ANDRA la mission de « concevoir, implanter et réaliser les nouveaux centres de stockage compte tenu des perspectives à long terme de production et de gestion de déchets » Le démarrage progressif, par les exploitants de l'industrie électronucléaire, du démantèlement de leurs installations anciennes est une inflexion forte, que l'Agence prend en compte tant dans ses activités de recherche que dans sa mission d'opérateur industriel.

Les déchets issus de l'assainissement et du démantèlement recouvrent une grande variété, et il n'entre pas dans le cadre du présent article de décrire toutes les filières envisageables. La majorité des colis de déchets pourra être prise en charge dans le cadre des filières existantes ou en cours de construction (Centre de l'Aube pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte, centre de stockage des déchets de très faible activité ouvert au cours de l'été 2003). Certains déchets nécessitent cependant le développement de solutions spécifiques ; tel est le cas des déchets dits « graphites » pour lesquels l'Andra développe des concepts adaptés. Ce sont ces exemples qui sont développés ici.

## La classification des déchets

Pour distinguer les différentes catégories possibles, la France a adopté une classification des déchets radioactifs cohérente avec les pratiques internationales.

Cette classification s'appuie sur :

- Le niveau de radioactivité des déchets (très faible, faible, moyen ou haut) ;

- La « durée de vie » ; il est en effet d'usage de distinguer les déchets contenant principalement des radionucléides à vie courte et moyenne, c'est-à-dire dont la période radioactive est inférieure à 30 ans d'une part, des déchets comportant des quantités significatives de radionucléides à vie longue d'autre part. L'activité des radionucléides de période inférieure à 30 ans est, après 300 ans, au moins divisée par 1000 ; si le niveau d'activité initiale est lui-même faible ou moyen, cela signifie que leur radioactivité après trois siècles peut être considérée comme négligeable.

Le tableau suivant présente cette classification simplifiée des déchets, ordonnée selon leur niveau d'activité et la période des radionucléides majoritaires. Le statut actuel de leur filière d'élimination est également mentionné.

Période radioactive	Vie courte et moyenne	Vie longue
	Principaux éléments < 30 ans	Principaux éléments > 30 ans
<b>Activité initiale</b>		
<b>Très faible</b>	Centre de stockage TFA Mise en sécurité, pour les résidus de sites miniers	
<b>Faible</b>	- Stockage de surface existant (Centre de l'Aube) - A l'étude pour les déchets tritiés	A l'étude (déchets radifères, déchets de graphite)
<b>Moyenne</b>		
<b>Haute</b>	A l'étude (article L-542 du code de l'environnement)	

### La prise en charge des déchets de démantèlement

La variété des déchets radioactifs produits par les démantèlements dépend de la stratégie retenue par chaque exploitant. Selon qu'il choisit de décontaminer plus ou moins ses équipements, ou selon les modes de conditionnement qu'il retient, les déchets diffèrent tant en volume qu'en catégories.

On peut cependant distinguer en général trois étapes différentes en termes de production de déchets :

- une première étape correspond à la cessation définitive d'exploitation, qui est réalisée dans le cadre du référentiel de sûreté d'exploitation. Sa durée est généralement comprise entre 5 et 10 ans, et c'est au cours de cette étape qu'est enlevée plus de 90% de la radioactivité présente dans l'installation au moment de l'arrêt. Cette phase produit principalement des déchets similaires à ceux de l'exploitation, donc gérés selon les mêmes filières (essentiellement faible et moyenne activité, généralement à vie courte ; la production de déchets TFA ou de déchets à vie longue, y compris de haute activité, n'est cependant pas exclue à ce stade) ;

- une étape générale de « démantèlement », elle-même souvent divisée en plusieurs phases, qui recouvre notamment le démontage des équipements électromécaniques (procédé : tuyauteries, cuves ...) et qui génère principalement des déchets de très faible activité mais aussi quelques déchets de faible et moyenne activité à vie courte ;

- une étape finale correspondant à l'assainissement du génie civil et des structures en béton, qui engendre des gravats majoritairement déchets de très faible activité.

Ces différents déchets sont déclarés par le producteur à l'ANDRA dans le cadre d'inventaires prévisionnels, et ils sont pris en compte dans le cadre de la filière qui leur est adaptée, que celle-ci soit en fonctionnement ou à l'étude.

### Conditions de prise en charge au Centre de l'Aube

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte produits en France sont stockés depuis 1969 sur des centres de stockage de surface. Le Centre de la Manche a été exploité de 1969 à 1994 et, après mise en

place de sa couverture définitive, est entré en phase de surveillance. Le Centre de l'Aube a été mis en exploitation en 1992.

Les colis accueillis sur le Centre sont stockés, après contrôle, dans des « ouvrages » en béton armé. Ceux-ci ont une fondation carrée de 25 mètres de côté, et mesurent 8 mètres de haut. Dans les ouvrages qui reçoivent des colis en béton, ceux-ci sont définitivement immobilisés entre eux par du gravier lorsque l'ouvrage est entièrement rempli. Dans les ouvrages qui reçoivent des colis métalliques, le blocage est réalisé avec du béton. Les ouvrages sont ensuite fermés et couverts par un matériau d'étanchéité. Une couverture définitive comprenant une couche d'argile ou un matériau d'étanchéité artificiel sera mise en place en fin d'exploitation en vue de la phase de surveillance du site, dont la durée maximale est fixée à 300 ans.

La sûreté de ces stockages repose sur trois barrières : le conditionnement en colis des déchets, l'ouvrage et le milieu géologique d'accueil du stockage. Ce dernier intervient en cas de défaillance des deux premières barrières. La sûreté à long terme est garantie par une gestion rigoureuse de l'activité des colis, de l'activité des ouvrages et de l'inventaire radiologique du Centre.



Vue aérienne du centre

Le Centre accueille des déchets dans des modes de conditionnement variés, les deux principaux étant néanmoins les fûts de 200 litres pour les déchets de faible taille, et les caissons métalliques de 5 ou 10 m<sup>3</sup> pour les déchets de plus grande dimension. Sans préjuger des choix des exploitants en termes de conditionnement, on peut noter que ces deux colis seront bien adaptés aux opérations de démantèlement. Les fûts de 200 litres permettent non seulement le traitement des déchets compressibles mais également de déchets incinérables qui sont alors livrés à l'installation CENTRACO près de Marcoule. Les caissons, s'ils sont munis d'une enveloppe interne pré-bétonnée, peuvent également recevoir des déchets irradiants.

Mais ces colis standardisés ne suffiront pas pour recevoir la totalité des matériels démantelés. Pour y être insérées, certaines très grosses pièces nécessiteraient d'être découpées, opération qui peut conduire à une exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. Afin d'éviter ce type d'opérations quand elles n'apparaissent pas utiles, l'Andra peut s'adapter en recevant les déchets correspondants directement ; cela peut nécessiter alors, selon le cas, une instruction particulière pour leur prise en charge, une demande de dérogation à l'Autorité de sûreté nucléaire, des conditions de maintenance particulière, la construction d'ouvrages dédiés... Il est envisageable que les colis les plus volumineux soient conditionnés par une injection directe de mortier à l'intérieur même des ouvrages, comme cela est déjà prévu pour les premiers couvercles de cuves de réacteurs d'EDF (dont il convient de noter qu'ils ne sont pas des déchets de démantèlement, mais ils préfigurent certaines pièces volumineuses qui seront à prendre en charge pendant les opérations de déconstruction). Le Centre de l'Aube dispose ainsi d'un certain degré de souplesse pour accueillir des déchets qui ne répondent pas stricto sensu à ses spécifications initiales, mais qui constitueront des flux significatifs dans l'avenir.

#### **La prise en charge au centre de stockage TFA**

Le centre de stockage de déchets TFA est conçu pour permettre la prise en charge des déchets de très faible activité produits en

France, qu'ils soient issus ou non de démantèlement. Ils représenteront pour les trente années à venir un volume de 650 000 m<sup>3</sup>. La mise en service du centre est prévue pour l'été 2003. Il se situe dans l'Aube également, sur la commune de Morvilliers.

Les déchets accueillis sont de trois types :

– les déchets inertes, c'est-à-dire naturellement stables des points de vue physique, chimique et biologique. Il s'agit essentiellement des déchets minéraux ou assimilables au substrat naturel, non pollués chimiquement. Les déchets TFA concernés par cette catégorie sont principalement constitués de matériaux tels que le béton, la céramique, les briques, les déchets de verre, les terres, les cailloux et les granulats non pollués et sans mélange, les enrobés bitumineux. Cette catégorie devrait représenter environ 40% du volume des déchets admis sur le centre ;

– les déchets industriels banals (DIB), qui ne présentent pas de caractère particulièrement dangereux ou toxique pour l'environnement ; ils sont principalement constitués de ferrailles et métaux non ferreux, de plastiques et de matériaux synthétiques. Ils peuvent contenir, en faible proportion, du papier, du carton, du caoutchouc ou du bois. Cette catégorie représenterait environ 50% du volume des déchets admis sur le centre ;

– les déchets « dangereux » (dénommés également « déchets industriels spéciaux ») qui contiennent des éléments nocifs ou dangereux à différents titres et impliquent des précautions particulières pour leur élimination. Ces déchets sont essentiellement constitués de cendres et de mâchefers, de boues, de déchets minéraux de traitement chimique, de terres polluées chimiquement, de résidus de traitement d'effluents industriels, ou de déchets amiantifères... Cette catégorie constituerait environ 10% du volume des déchets admis sur le centre.

En moyenne, l'activité des déchets TFA est estimée à une dizaine de Bq/g, certains pouvant cependant dépasser cette valeur ; cette activité décroît en général en quelques dizaines d'années jusqu'à un niveau moyen de quelques Bq/g.

Les dispositions prises pour garantir la protection de l'homme et de l'environnement sur le centre consistent à :

– limiter l'activité admissible dans les déchets TFA ;



### Coupe schématique d'une alvéole

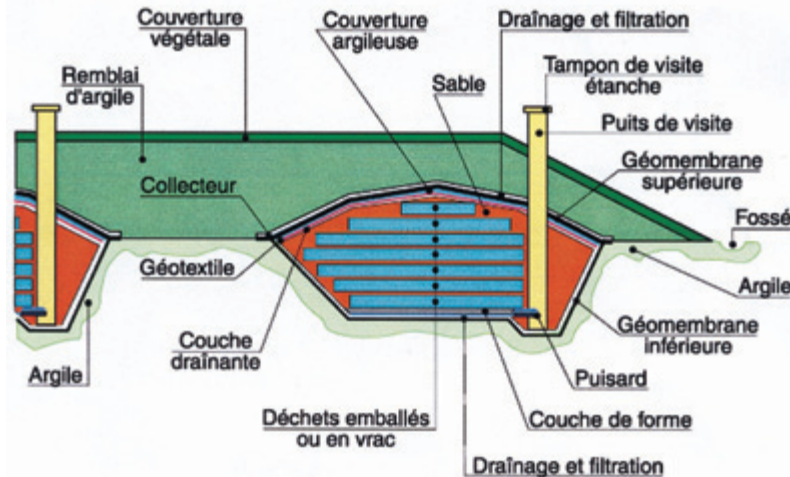


Schéma du concept

- isoler les déchets TFA de l'environnement ;
- garantir le contrôle et la surveillance du centre et de son environnement ;
- garantir la réversibilité du stockage.

Ces dispositions se traduisent par les principes de conception suivants, très similaires à ceux retenus pour des centres d'enfouissement techniques de classe 1 dans le domaine des déchets non radioactifs.

En période d'exploitation, les déchets TFA seront stockés dans des alvéoles creusées dans l'argile dont le fond sera situé à un niveau supérieur à la surface piézométrique de la nappe phréatique sous-jacente. La mise en place des déchets s'effectuera à l'abri des eaux de pluie sous un bâtiment mobile permettant d'éviter tout risque d'atteinte des déchets par ces eaux.

Le fond des alvéoles sera aménagé pour recueillir d'éventuelles eaux infiltrées pendant toute la durée du stockage. Le dispositif comprendra une membrane synthétique en polyéthylène haute densité (PEHD) disposée à la base et sur les flancs de l'alvéole et un puits de contrôle érigé au fur et à mesure du remplissage. Ce puits de contrôle, dont sera doté chaque alvéole, sera constitué d'un ouvrage vertical raccordé à sa base au réseau de drainage de fond d'alvéole, et accessible depuis sa partie supérieure pour contrôle et reprise, par pompage, d'éventuels lixiviats.

Après remplissage, l'alvéole sera recouverte par un complexe d'étanchéité constitué :

- d'une membrane en PEHD disposée au-dessus des déchets et raccordée par soudure à la membrane inférieure,

- d'une couche d'argile compactée, d'une épaisseur minimale de 1 m. Cette couche sera elle-même recouverte d'un remblai argileux destiné à donner la forme et les pentes définitives à la couverture de la zone de stockage.

En phase de surveillance, ces barrières maintiendront les déchets à l'abri des infiltrations. Néanmoins, en cas de présence d'eau constatée dans une alvéole, une reprise des lixiviats par pompage restera possible grâce au puits de contrôle maintenu accessible.

Au delà de la phase de surveillance, une perte progressive des propriétés d'étanchéité de la membrane en PEHD est attendue, la pérennité de ce type de matériau synthétique ne pouvant être garantie au-delà de quelques dizaines d'années. Cependant à long terme, les infiltrations d'eau dans les déchets seront toujours limitées par la couverture en argile et la rétention des substances lixiviées sera assurée par les propriétés de confinement naturelles du milieu géologique argileux.

#### Les déchets « graphites »

Les filières présentées ci-dessus n'ont pas été définies spécifiquement pour le démantèlement, mais correspondent à un besoin plus large de prise en charge des déchets radioactifs de toute origine. Certains déchets spécifiques du démantèlement nécessitent cependant la définition d'une solution particulière

Les déchets dits « graphites » regroupent différents éléments issus du démantèlement des réacteurs de la filière uranium naturel graphite-gaz (UNGG), mise en œuvre par le CEA et par EDF des années 1950 aux années 1980. Cela concerne les réacteurs G1, G2 et G3 de Marcoule, EL2 et EL3 à Saclay, les tranches A1, A2 et A3 de la centrale de Chinon, les tranches 1 et 2 de la centrale de Saint-Laurent, ainsi que le réacteur 1 du Bugey.

Les déchets en question sont constitués par :

- les « empilements », qui sont des ensembles de colonnes de graphite, à section généralement hexagonale, utilisés comme modérateurs neutroniques. La zone centrale de chaque colonne est creuse, et était destinée à accueillir les éléments combustibles. A la périphérie des empilements se trouvaient des colonnes identiques aux autres, mais non percées, dénommées « réflecteurs » ;

- les « chemises », qui sont des enveloppes cylindriques en graphite, disposées autour de l'élément combustible, qui étaient insérées au centre des empilements, ;

- les « âmes », pastilles de graphite disposées à l'intérieur de l'élément combustible lui-même.

Les réacteurs de la filière UNGG sont tous arrêtés. Actuellement, les empilements et les réflecteurs sont encore au sein des réacteurs ; les chemises et les âmes sont entreposées chez les différents exploitants (EDF, CEA ou COGEMA). L'ensemble de ces déchets représente environ 23 000 tonnes.

Ces éléments renferment notamment du carbone 14 et du chlore 36, ce dernier étant issu de l'activation d'impuretés. Le Centre de l'Aube ne dispose que de capacités très réduites pour ces deux radioéléments du fait de leur durée de vie longue, et seules les chemises du Bugey ont pu faire l'objet d'un agrément de prise en charge. L'ANDRA a donc lancé, en collaboration avec EDF et le CEA, le développement d'une filière adaptée à ces déchets.

Une première solution envisageable est un stockage en couche argileuse de sub-surface, selon un concept similaire à celui développé par ailleurs par l'Agence pour les déchets dits « radifères », issus de l'assainissement de sites anciens. Ces déchets présentent en effet la caractéristique commune d'être faiblement actifs, mais de comporter des quantités signi-

ficatives de radioéléments à vie longue. Le stockage en sub-surface, à condition d'être placé à une profondeur suffisante – une quinzaine de mètres - présente l'avantage d'isoler durablement l'homme des déchets. Dans ce concept, les déchets « graphites » seraient placés dans des colis, eux-mêmes positionnés au sein d'ouvrages en béton qui constituent une deuxième barrière de confinement. L'ensemble est situé sous une couche d'argile qui, par ses qualités d'imperméabilité, apporte une capacité de confinement sur le long terme. Ce concept est encore à l'étude pour en évaluer la sûreté.

Une voie alternative consiste à tirer partie de cavités déjà creusées, par exemple d'anciennes mines ou carrières, de manière à disposer d'un site situé à une profondeur plus importante et à bénéficier de la réutilisation partielle d'installations existantes.

Dans tous les cas, ces filières nécessitent une bonne caractérisation du contenu radiologique des déchets et une évaluation la plus fiable possible de la manière dont ils sont susceptibles de relâcher la radioactivité à long terme sous l'effet de l'eau. Un programme de recherche sur ce dernier point est en cours au CEA à Cadarache. La définition d'un colis adapté est une autre priorité du programme.

Le projet est suivi par un comité réunissant les Autorités de sûreté (DGSNR et DSND), les producteurs et l'Andra.

### Conclusion

Les démantèlements à venir produiront des quantités significatives de déchets radioactifs, qui auront vocation à rejoindre les différentes filières de l'ANDRA, déjà en place ou en projet. Ces opérations ont été largement anticipées par l'ANDRA, en concertation tant avec l'Autorité de sûreté nucléaire qu'avec les producteurs de déchets.

Une des difficultés vient de la variété des déchets, qui est prise en compte autant que possible dans la conception même des centres. Cependant, ce problème nécessite, notamment au Centre de l'Aube, une réflexion particulière pour disposer de la souplesse permettant l'accueil de colis particuliers.