

RECHERCHES SUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS À HAUTE ACTIVITÉ ET À VIE LONGUE

Axe 3 - Procédés de conditionnement et d'entreposage de longue durée

Présentation

La loi du 30 décembre 1991 portait sur la gestion des déchets radioactifs à haute activité et à vie longue. Cette loi arrivée au terme prévu en 2006, prévoyait l'étude des procédés de conditionnement et d'entreposage de longue durée de ces déchets.

A la demande du Gouvernement, ces études ont été pilotées par le CEA (Commissariat à l'Energie Atomique).

L'Axe 3 : Les enjeux

Les déchets radioactifs résultent de la mise en œuvre d'opérations diverses par un producteur. Pour pouvoir les gérer de façon sûre, il faut les mettre sous forme d'un colis de déchets. Ce colis est un objet qui peut être manutentionné, qui garantit la non-dispersion des radionucléides et qui satisfait aux normes de transport, d'entreposage ou de stockage.

C'est le colis des déchets qui est au cœur de la gestion des déchets radioactifs et donc des études à mener dans l'axe 3.

Les objectifs des études sont de :

- Proposer des procédés de traitement et de conditionnement pour les déchets qui ne relèveraient pas de filières industrielles existantes ;
- Améliorer les filières de conditionnement existantes ;
- Etudier le comportement à long terme des colis de déchets ;
- Etudier les concepts d'installation d'entreposage de longue durée en surface et subsurface et évaluer cette option de gestion.

Les recherches menées sur la caractérisation, le conditionnement et le comportement à long terme des colis visent non seulement à préciser les performances des conditionnements existants mais aussi à définir les conditionnements nouveaux.

Les procédés de conditionnement

La caractérisation

Pour optimiser, avec des procédures de traçabilité et de qualité, la gestion sûre des colis de déchets dans la durée, il faut disposer des connaissances sur ces colis. En aidant à orienter les colis vers l'exutoire le moins cher possible, la caractérisation contribue à l'enjeu majeur qu'est l'optimisation de la gestion des déchets, en réduisant les marges prises par manque d'informations.

Le couplage de différentes méthodes de mesures nucléaires notamment et la mise en œuvre d'une source de photons à haute énergie ont notablement augmenté les performances des mesures non

destructives. Par ailleurs, les développements analytiques entrepris depuis une dizaine d'années ont permis des progrès pour doser des éléments en très faible concentration. Les connaissances sur les contenus radiologiques et chimiques des colis de déchets ont ainsi été complétés afin d'enrichir les inventaires pour les rendre complets et exhaustifs.

Le traitement

Le déchet brut résulte de la mise en œuvre d'opérations industrielles chez un producteur.

L'objectif du traitement est double :

- Réduire le plus possible le volume des déchets HA et MA-VL.
- Mettre les déchets sous la forme physico-chimique la plus apte à la constitution d'un colis conenant à la nature du déchet et à la filière définitive de gestion à long terme.

Les études qui ont été réalisées portent notamment sur la réduction du volume des déchets des usines de La Hague en liaison étroite avec l'industriel AREVA NC.

Globalement, les résultats obtenus à La Hague ont conduit à diviser par au moins six le volume des déchets solides à vie longue et à diviser par dix l'activité rejetée depuis le démarrage des usines actuelles. De plus, la définition d'un "conteneur standard de déchets" a permis d'uniformiser les colis destinés au stockage profond.

Le conditionnement

Pour le conditionnement des déchets après traitement, les études de ces dix dernières années sur l'amélioration des modes de conditionnement existants ainsi que sur l'extension des domaines de fonctionnement des différents procédés ont permis de proposer des procédés pour tous les types de déchets, tout en optimisant le volume des déchets produits.

De nouvelles formulations de ciments, limitant les interactions entre les constituants de certains déchets et la matrice cimentaire, ont été mises au point.

En matière de vitrification, des progrès importants ont été faits :

- La réduction de volume des déchets technologiques d'un facteur deux à trois et ses colis de déchets vitrifiés de 25 %.
- La démonstration sur un prototype de la mise en œuvre d'un creuset froid qui permettra la vitrification de nombreux déchets MA-VL et HA.

Parallèlement, afin d'éclairer les stratégies de gestion de l'aval du cycle, différentes matrices de conditionnement capables d'assurer, sur de très longues périodes en situation de stockage, un confinement pour chacun des éléments issus de la mise en œuvre éventuelle de la séparation poussée ont été identifiées en laboratoire. A partir de ces matrices, les procédés d'élaboration des colis et l'évaluation de leur comportement à long terme nécessiteraient, le cas échéant, des efforts importants.

Le comportement des colis

Pour les études de comportement à long terme des colis, les scientifiques cherchent à déterminer et à hiérarchiser les mécanismes physico-chimiques majeurs qui contrôlent l'évolution des colis grâce à des expérimentations en laboratoire.

Des modèles mathématiques prenant en compte les couplages entre ces différents mécanismes sont alors élaborés puis validés par comparaison aux résultats expérimentaux, notamment en utilisant les analogues.

Les travaux menés ces dernières années ont permis d'élaborer des modèles d'évolution pour tous les types de colis. Ces modèles sont notamment utilisés dans les études d'ensemble relatives au comportement dans la durée des installations de stockage.

Les modèles actuels permettent de prédire que la durée de vie des colis de verre produits aujourd'hui dépasserait plusieurs centaines de milliers d'années dans les conditions typiques d'un stockage souterrain.

Les études d'entreposage

L'entreposage industriel

Le mode de gestion actuel de l'ensemble des déchets de haute et moyenne activité, relevant de la loi de décembre 1991, déjà produits ou en cours de production et des combustibles usés, est l'entreposage industriel.

Les entrepôts industriels ont été conçus, comme les installations nucléaires existantes, pour une durée de vie de l'ordre de cinquante ans. Des évaluations de l'aptitude à la durabilité, conduites avec AREVA, ont montré que cette durée de vie pourrait être étendue à cent ans grâce à une surveillance et à une maintenance permettant la prolongation par étapes successives de l'autorisation d'exploitation.

Les conteneurs pour l'entreposage de longue durée et leur compatibilité avec le stockage

Le conteneur des colis de déchets MA-VL assure la protection des colis vis-à-vis de l'environnement et constitue avec le colis le système de confinement pour les études d'entreposage de longue durée. Le béton a été retenu comme matériau du conteneur d'entreposage. Des démonstrateurs fonctionnels ont été réalisés en 2002. A partir des essais sur ces démonstrateurs, la phase de démonstration technologique a été réalisée en collaboration avec l'Andra. Elle a permis de disposer, fin 2004, de démonstrateurs technologiques de conteneur directement utilisables pour un stockage profond.

Pour les colis de déchets vitrifiés et les combustibles usés, un conteneur spécifique de l'entreposage de longue durée a été développé. La fonte a été retenue comme matériau et le soudage par faisceau d'électrons pour la fermeture. Un démonstrateur à l'échelle 1 a été réalisé. La continuité entre l'entreposage de longue durée et le stockage est assurée par le colis individuel. Ainsi un conteneur de stockage compatible entreposage, accueillant le colis individuel de combustible usé, a été réalisé en partenariat avec EDF et l'Andra.

Les entrepôts de longue durée

Trois objectifs de base déclinés sur la longue durée (100 à 300 ans) ont guidé la conception : assurer le confinement permanent des radionucléides, donner la possibilité de reprendre les colis à tout moment et minimiser la charge de surveillance et de maintenance.

Pour chacun des types de colis, deux implantations de ces entrepôts de longue durée ont été étudiées en surface et en subsurface, en considérant des sites génériques.

L'ensemble des résultats est suffisant pour conclure, au plan technique, que l'entreposage de longue durée est une solution de gestion qui peut être décidée et mise en œuvre. La pérennité de cette solution repose toutefois sur l'implication continue des générations futures pour la maintenance, la surveillance et la reprise périodique des colis entreposés.

Les résultats obtenus sur cet axe 3 ont contribué au solde de connaissances utiles notamment pour la poursuite des actions prévues dans la nouvelle loi sur les déchets nucléaires du 28 juin 2006.

Charles COURTOIS

Secrétaire de la Section Technique ST5 «Cycle du combustible nucléaire»