

Sûreté des colis HA et MAVL

Thème 2 - Maîtrise des risques liés à Cigéo

Contexte

Le conditionnement des déchets sous forme de colis consiste en une succession d'opérations qui doivent viser à confiner le déchet « au plus près ». Ce principe de conditionnement est d'autant plus important que les producteurs ne connaissent pas nécessairement l'ensemble des étapes qui sont susceptibles de se succéder avant que le déchet ne soit stocké, ni quel traitement et conditionnement sera requis pour que le déchet soit sous une forme permettant son acceptation définitive dans une installation de stockage, lorsque celle-ci est encore en projet. Compte tenu de ces incertitudes, il est nécessaire que le conditionnement des déchets vise à l'obtention d'un colis dit « intrinsèquement sûr » qui permet de faire peser le moins de contraintes possibles sur la conception et le fonctionnement des installations qui le recevront, et ainsi de garantir que le colis de déchets pourra être aisément accepté et géré dans ces installations.

Les notions clés

- **Colis de déchets**

Un colis de déchets est composé d'une enveloppe dans laquelle sont placés des déchets radioactifs. Ces déchets peuvent être « bloqués » par un matériau permettant de combler les vides ou incorporés dans une matrice (cas des déchets vitrifiés notamment).

- **Radiolyse**

La radiolyse consiste en la décomposition d'espèces chimiques sous l'effet des rayonnements ionisants. Elle peut générer des composés gazeux, notamment de l'hydrogène.

- **Modèle de relâchement**

Les modèles de relâchement sont des représentations des phénomènes de dissolution ou de dégradation des colis de déchets qui conduisent au relâchement de la radioactivité qu'ils contiennent. Ils sont établis pour chaque type de colis.

- **Confinement**

Le confinement consiste au maintien de matières radioactives à l'intérieur d'un espace déterminé.

Questionnement

- Quelles sont les fonctions requises pour une gestion sûre des colis?
- Quels sont les propriétés favorables des colis de déchets pour maîtriser les risques qui leur sont associés ?

CONTACT :

IRSN
01 58 35 88 88
contact@irsn.fr
www.irsn.fr/dechets

Fonctions de sûreté associées au colis

Le **colis** constitue le **premier système de confinement** des déchets qu'il contient. Ce confinement doit être assuré au mieux dans toutes les « phases de vie » ultérieures du colis telles que leur entreposage et leur stockage dans des installations dédiées.

Quelle que soit la phase considérée après la fabrication du colis, une des fonctions principales du colis est **d'isoler les déchets de leur environnement immédiat** au moyen d'une enveloppe. Pour le stockage de déchets de moyenne et haute activité à vie longue (MA-HA/VL), cette fonction est requise pour une durée plus longue que lors des phases précédentes, compte tenu de l'étendue de la période d'exploitation et de réversibilité du stockage (à minima séculaire) et, pour les colis de type HA, jusqu'à ce que leur température à cœur soit suffisamment basse, ce qui pourrait prendre plusieurs milliers d'années selon les projections actuelles. Pour ce faire, la première enveloppe est généralement doublée par un surconteneur empêchant l'arrivée d'eau au contact des radioéléments et prévenant ainsi tout relâchement d'activité hors du colis pendant la période visée (confinement).

Par ailleurs, il convient également de faire en sorte que les relâchements demeurent faibles en cas de perte partielle ou totale de l'enveloppe, ce qui est inexorable à très long terme dans le cas du stockage géologique des déchets. Il est donc recommandé que le colis assure une fonction de **limitation des relâchements d'activité**, au moyen d'une matrice de confinement des déchets radioactifs (« fuite contrôlée » - dilution dans le temps).

Certains colis peuvent aussi assurer une fonction de radioprotection.

Ces fonctions doivent demeurer effectives pour faire face à un ensemble de situations susceptibles de survenir dans les diverses phases de vie du colis (chute de charge, venues d'eau, incendie...). Les propriétés favorables présentées ci-après contribuent à ce que cet objectif puisse être atteint avec un bon degré de confiance.

Propriétés favorables des colis

Le principe qu'il convient de retenir pour faciliter l'obtention d'un haut niveau de sûreté des opérations **d'entreposage et de stockage**, consiste à concevoir le colis de façon à ce qu'il soit le plus inerte possible au regard des différentes conditions qu'il peut être amené à rencontrer. Ce caractère inerte peut être décliné en diverses propriétés et caractéristiques physico-chimiques du colis. Sans prétendre à l'exhaustivité du dénombrement de ces propriétés, il apparaît qu'un colis « intrinsèquement sûr » pour l'entreposage et le stockage devrait satisfaire aux conditions suivantes :

- présenter une **inertie chimique** la plus élevée possible, se traduisant notamment par une faible réactivité chimique avec son environnement (corrosion, oxydation...) permettant de limiter la dégradation du colis et autorisant en tout état de cause sa reprise aisée au terme de sa période d'entreposage ou durant la période de réversibilité du stockage,
- une **inflammabilité** du déchet conditionné la plus faible possible en vue de rendre improbable les risques de propagation d'incendie ou d'explosion dans l'installation compte tenu des diverses possibilités d'initiation de ces événements,
- ne pas générer des **gaz** (radiolyse, réaction chimique...) en quantités telles qu'elles puissent conduire à des détériorations significatives du colis ou induire des risques particuliers d'explosion dans l'installation,
- présenter une capacité de réduire à un niveau faible le risque de **dissémination** de matières radioactives, notamment lors de situations incidentelles et accidentelles (chute de charge, inondation...),
- présenter des **propriétés mécaniques** suffisantes pour permettre le cas échéant l'empilement des colis dans des conditions sûres,
- présenter des caractéristiques permettant d'assurer la prévention des risques liés à la **criticité** quelles que soient les conditions d'entreposage des colis,

Connaissances nécessaires à l'évaluation de sûreté

L'évaluation de sûreté d'un colis de déchets radioactifs consiste à vérifier la compatibilité du conditionnement des déchets retenu avec les exigences de sûreté des installations qui vont les recevoir. Elle nécessite notamment la bonne connaissance des radionucléides qui composent ces déchets ainsi que sa composition chimique, dont les toxiques chimiques. Ceci suppose une bonne caractérisation des déchets par l'exploitant.

- présenter des caractéristiques **thermiques** permettant d'assurer l'absence de dégradation rapide du colis et de son environnement en cas de défaillance des systèmes destinés à les refroidir lorsqu'ils existent.

Dans le cas d'un **stockage géologique**, il apparaît souhaitable que les propriétés qui viennent d'être décrites soient complétées ou renforcées sur la base des réflexions suivantes :

- les **propriétés physico-chimiques** du colis doivent être telles qu'elles maintiennent des niveaux de relâchement bas pour des conditions d'environnement variables représentatives des milieux de stockage envisagés, ce qui traduit une absence de réactivité importante du colis avec ces milieux. Pour ce qui concerne l'isolation du déchet, les matériaux constitutifs du colis doivent être choisis dans l'objectif d'assurer au mieux le maintien de l'intégrité de l'enveloppe du colis : l'enveloppe doit notamment être constituée de matériaux résistants à la corrosion dans des conditions qui peuvent varier largement. L'environnement initial du colis pendant la phase d'exploitation du stockage (conditions oxydantes et sèches) est en effet très différent de celui qui existera après la fermeture partielle ou totale des ouvrages de stockage (conditions réductrices et présence d'eau),
- les **substances réactives ou complexantes** doivent être en quantité faible dans le colis afin que leur relâchement n'occasionne pas une solubilisation accrue des radionucléides ou une perte significative de la capacité des radionucléides relâchés à être retenus par les barrières ouvragées du stockage et le milieu hôte,
- les **caractéristiques thermiques** du colis doivent être compatibles avec l'objectif d'absence d'altération significative, sous l'effet de la chaleur dégagée, des propriétés favorables de la matrice du colis, des barrières ouvragées et du milieu hôte, et devront être telles que le dégagement de chaleur n'occasionne pas l'apparition de phénomènes trop complexes à appréhender pour démontrer de manière convaincante la sûreté de l'installation de stockage,
- les **propriétés mécaniques** du colis doivent permettre de supporter, sans dégradation notable de la capacité de confinement du colis, la charge des empilements envisagés ainsi que celles exercées par le gonflement des barrières ouvragées et par la convergence éventuelle du milieu géologique, et ce, au moins pendant la période durant laquelle l'étanchéité de l'enveloppe du colis doit être assurée.

Ces propriétés favorables sont exposées dans le **guide de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde**. La liste de ces propriétés souhaitées constitue une référence pour la conception et la production de tout nouveau colis. S'agissant des colis anciens, il est constaté que certains d'entre eux ne présentent pas nécessairement l'ensemble des propriétés favorables décrites ci-avant. Dans ce cas, il convient de s'interroger s'il est nécessaire que ceux-ci fassent l'objet d'un traitement nouveau ou puissent être malgré tout stockés, au regard des risques et difficultés générés par chacune de ces options. Ces questions ont été instruites par l'IRSN à diverses reprises et fait l'objet d'avis (cf. [rapport IRSN/2013-001](#) et [avis PNGMDR](#)) dont les principales conclusions sont présentées ci-après.

Position IRSN

L'IRSN estime, qu'à ce jour, les objectifs de conception d'un colis « intrinsèquement sûr » peuvent être considérés comme globalement atteints pour les colis de déchets vitrifiés. La vitrification est une technique favorable à la sûreté globale des filières de gestion des déchets, d'une part en offrant une solution au traitement des effluents très actifs issus du traitement des combustibles usés, d'autre part en produisant des colis qui présentent des propriétés favorables pour leur futur stockage.

L'essentiel de l'inventaire des déchets destinés à Cigéo est constitué de colis de déchets déjà produits ou dont le conditionnement existe. Bien que certains de ces types de colis ne présentent pas toutes les propriétés favorables indiquées par le guide de sûreté de l'ASN, l'IRSN a estimé, en l'état des connaissances actuelles, qu'il n'y a pas d'élément réhibitoire concernant ces conditionnements en vue de leur stockage et que leur prise en compte dans l'inventaire est justifiée, moyennant toutefois, pour ce qui concerne les déchets bitumés, que les compléments pour la démonstration de la maîtrise du risque d'incendie associé à leur stockage soient apportés.

L'inventaire des déchets destinés à Cigéo intègre également des déchets dont le conditionnement définitif n'est pas arrêté. A cet égard, l'IRSN considère que la prise en compte de colis dont le principe de conditionnement répond aux objectifs du guide de sûreté de l'ASN, mais dont la qualification ne pourra être obtenue qu'ultérieurement, est acceptable. Toutefois, l'IRSN considère que pour certains de ces colis, en particulier les déchets organiques alpha¹, les solutions de conditionnement actuellement envisagées ne sont pas appropriées et émet en conséquences des réserves sur la possibilité de les stocker sous la forme proposée par les producteurs.

¹ Déchets technologiques riches en matière organique et en émetteurs alpha