

L'IRSN a expertisé la sûreté du modèle de colis TN 117 chargé de combustibles neufs ou irradiés

La société TN International a développé un nouveau modèle de colis, dénommé TN 117, destiné à transporter des assemblages combustibles neufs ou irradiés. Elle a transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) un dossier de sûreté visant à montrer que la conception de ce modèle de colis est conforme aux prescriptions de l'édition 2005 du règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA. Sur la base de ce dossier, la société TN International a demandé à l'ASN la délivrance d'un certificat d'agrément pour ce modèle de colis en tant que colis de type B(U) contenant des matières fissiles pour le transport par modes routier, ferroviaire, maritime et fluvial.

A la demande de l'ASN, l'IRSN a examiné ce dossier de sûreté et a présenté les conclusions de son expertise devant le Groupe permanent d'experts pour les transports, lors de sa réunion du 13 octobre 2009.

SURETE DES TRANSPORTS ET CONFORMITE A LA REGLEMENTATION

La sûreté des transports de matières radioactives consiste à maîtriser, dans les différentes situations susceptibles d'être rencontrées en cours de transport ou de manutention, les risques liés aux dangers induits par la matière transportée. Ainsi, des dispositions réglementaires sont prévues pour que, par conception, le confinement des éléments radioactifs, la protection contre les rayonnements ionisants qu'ils émettent et, le cas échéant, le contrôle des risques de criticité et des risques de dommages liés à la chaleur provenant de la radioactivité du contenu soient assurés par les différents composants du colis.

La réglementation de l'AIEA définit une classification des situations de transport par degré de sévérité croissant des sollicitations appliquées aux colis :

- les conditions de transport dites de routine pour lesquelles aucun incident n'est considéré et pendant lesquelles le colis subit les sollicitations mécaniques et les conditions d'ambiance de transport probables,
- les conditions dites normales de transport pendant lesquelles le colis subit des incidents de sévérité moyenne réputés ne pas empêcher la poursuite de son acheminement,
- enfin, les conditions dites accidentelles de transport pendant lesquelles le colis est soumis à des agressions mécaniques, thermiques ou d'immersion réputées couvrir en sévérité la plupart des accidents possibles de transport.

Pour chacune de ces catégories de situation, la réglementation définit les performances requises en termes d'activité relâchée, de débit de dose autour du colis ou de maintien de la sous-criticité.

Compte tenu de la diversité des niveaux de risque induits par les différentes natures et quantités de matières radioactives transportées, plusieurs types de modèle de colis sont définis par la réglementation, en fonction du degré de résistance nécessaire pour la maîtrise de ces risques.

Le colis TN117, dont le contenu comprend des radionucléides fissiles et a une radioactivité élevée, est classé dans les modèles du type B chargés de matière fissile. A ce titre, il doit conserver ses fonctions de sûreté dans toutes les conditions de transport définies par la réglementation, y compris les conditions accidentelles qui sont simulées par des épreuves de forte sévérité : la séquence des chutes de 9 m sur cible indéformable et de 1 m sur poinçon suivies de l'épreuve thermique (feu à 800 °C pendant une demi-heure) ainsi que les épreuves d'immersion sous 0,9 ou 15 m d'eau pendant 8 h. Les colis de ce type ne peuvent être utilisés que s'ils disposent d'un certificat d'agrément de modèle délivré par l'ASN.

LE MODELE DE COLIS TN 117

Le modèle de colis TN 117 est constitué d'un emballage chargé d'assemblages combustibles neufs ou irradiés. L'emballage, de forme générale cylindrique, est équipé à ses extrémités de capots amortisseurs. Sa longueur est d'environ 7 m et son diamètre d'environ 2,6 m. La masse maximale en charge est de 65 tonnes. Le corps de l'emballage comprend une virole et un fond en acier forgé épais et assemblés par soudure, délimitant une cavité cylindrique fermée par deux couvercles placés en série et munis de joints en élastomère. La protection contre les rayonnements est assurée principalement par ces composants en acier forgé dont l'épaisseur est d'au moins 220 mm en partie courante. Ce modèle de colis est chargé après immersion dans une piscine ; sa cavité peut contenir jusqu'à 12 assemblages de crayons combustibles disposés dans un panier ; le combustible des crayons est à base d'oxyde d'uranium ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium. Les crayons peuvent ne pas être étanches. Dans ce cas, les assemblages sont placés dans des conteneurs dénommés « bouteilles », munis de clapets. Lors de la préparation de l'expédition, ces clapets sont en position ouverte, ce qui permet l'évacuation de l'eau contenue dans les bouteilles, puis le séchage des assemblages.

La société TN International a demandé initialement un certificat d'agrément de type B(U) fissile pour le transport par route, rail, mer et voie navigable du modèle de colis TN 117. En cours d'instruction, l'IRSN a relevé des nécessités de justification complémentaire concernant la tenue à la fatigue des composants des colis lors des transports par voie maritime. Par suite, la société TN International a restreint sa demande aux modes de transport routier et ferroviaire.

Par ailleurs, la société TN International a demandé deux certificats selon la nature du contenu :

- un certificat de type B(U) fissile, pour les contenus dont les crayons combustibles sont réputés étanches,
- un certificat de type B(M) fissile, pour le contenu comportant des crayons combustibles inétanches ; en effet, dans ce dernier cas, une limitation de la durée de transport est

nécessaire afin d'exclure notamment le risque d'inflammation de l'hydrogène produit par la radiolyse de l'eau susceptible d'être contenue dans les crayons inétanches.

CHAMP DE L'EXPERTISE DE L'IRSN

L'expertise de l'IRSN a porté sur l'ensemble du dossier de sûreté présenté qui comprend, d'une part l'étude du comportement mécanique et thermique du modèle de colis en conditions de routine, normales et accidentelles de transport, d'autre part les démonstrations du maintien du confinement, de la protection contre les rayonnements ionisants et de la sous-criticité dans ces mêmes conditions. Les principes d'utilisation, le programme d'essais de réception, de mise en service et d'entretien ainsi que les dispositions d'assurance de la qualité mises en œuvre pour les activités liées au transport, qui font partie du dossier, ont également été examinés par l'IRSN.

ANALYSE STRUCTURELLE DU COLIS

- Pour ce qui concerne le transport ferroviaire, l'IRSN a considéré que l'utilisation de wagons équipés d'amortisseurs d'une capacité adaptée au poids total en charge du wagon doit être spécifiée en complément de l'apposition des étiquettes RID n° 15 destinées à interdire les chocs lors du triage de wagons chargés. En effet, ces dispositions sont nécessaires pour limiter les sollicitations appliquées aux organes d'arrimage du colis dans les conditions de transport de routine.
- Le comportement mécanique du modèle de colis dans les conditions des épreuves simulant les conditions accidentelles de transport a été évalué par la société TN International en réalisant une extrapolation de résultats d'essais de chute effectués avec des spécimens représentatifs d'autres colis de caractéristiques proches. Les résultats de ces chutes ont notamment été exploités au moyen de simulations numériques et de calculs analytiques.

Sur la base de ces études, des marges de sécurité importantes ont été mises en évidence concernant la tenue des composants participant aux fonctions de sûreté pour les configurations étudiées.

L'IRSN a estimé que ces marges, présentes notamment pour la virole, le fond de l'emballage et le système de fermeture, compensent les incertitudes demeurant sur les résultats des simulations numériques effectuées.

Toutefois, l'IRSN a recommandé que deux configurations de chute particulières fassent l'objet d'études complémentaires :

- la chute du colis en position verticale ou oblique d'une hauteur de 9 m avec impact du côté des couvercles, en tenant compte de décalages possibles de la position du contenu à l'intérieur de la cavité ; en effet, l'impact du contenu sur le couvercle primaire est

susceptible d'entraîner une sollicitation des vis du couvercle primaire qui n'a pas été évaluée ;

- la chute du colis en position verticale d'une hauteur de 9 m avec impact du côté du fond ; en effet, dans cette configuration, la possibilité d'interaction entre les couvercles primaire et secondaire n'a pas été analysée.
- Par ailleurs, la société TN International a transmis une étude visant à montrer que la présence du châssis de transport ne remet pas en cause la sûreté du modèle de colis. A cet égard, l'IRSN a recommandé que cette analyse soit complétée afin de justifier que :
 - pour le colis équipé de son châssis, il n'existe pas de configuration de chute dans laquelle un élément pourrait être plus agressif pour le colis que les bras-supports ;
 - les contraintes principales maximales dans la virole au niveau du lamage des tourillons, lors des chutes du colis équipé de son châssis en position horizontale ou avec un léger angle par rapport à l'horizontale, ne modifient pas les conclusions de l'analyse des risques de rupture brutale de la virole épaisse.

ANALYSE THERMIQUE

Concernant l'évaluation des températures des composants du modèle de colis, la société TN International a montré l'existence de marges par rapport aux températures maximales admissibles des joints d'étanchéité. Cependant, les valeurs des coefficients d'échanges thermiques par convection doivent être confirmées par la société TN International, avant le premier transport, à partir des résultats obtenus lors de l'essai thermique prévu à la réception du premier emballage TN 117 fabriqué.

ANALYSE DE SURETE-CRITICITE

Concernant la maîtrise des risques de criticité, la démonstration de la société TN International est satisfaisante dans le cas du modèle de colis TN 117 chargé uniquement de crayons réputés étanches. En revanche, en présence de crayons combustibles inétanches placés dans des « bouteilles », il subsiste des incertitudes sur la maîtrise de la quantité maximale d'eau susceptible d'être présente dans ces bouteilles. En effet, pour l'IRSN, le risque de non-ouverture du clapet des bouteilles lors de la préparation avant expédition n'est pas exclu, en particulier en cas de présence de « corps étrangers » au fond des logements de l'emballage, ceux-ci pouvant venir bloquer les clapets en position fermée et empêcher l'évacuation de l'eau contenue dans les bouteilles lors du chargement en piscine. Or, l'étude de sûreté-criticité considère une quantité limitée d'eau à l'intérieur du colis. Aussi, le maintien de la sous-criticité pour ce type de chargement n'est pas totalement démontré. L'IRSN a donc recommandé que ce point fasse l'objet d'une étude complémentaire.

DIVERS

Lors de l'expertise, l'IRSN a effectué des observations complémentaires, d'importance moindre, relatives à la sûreté du modèle de colis. La société TN International s'est engagée à y répondre dans des délais estimés satisfaisants. Ces engagements concernent des justifications à apporter relatives notamment à la prévention des risques de criticité, à la capacité de dissipation thermique des emballages ainsi qu'aux modalités d'utilisation du modèle de colis. Un certain nombre de ces justifications complémentaires sont attendues avant l'émission du certificat d'agrément ou avant le premier transport qui sera effectué avec un emballage TN 117.

CONCLUSION

Compte tenu des compléments transmis par la société TN International au cours de l'instruction, et sous réserve de réponses satisfaisantes aux recommandations mentionnées ci-dessus ainsi qu'aux engagements pris par la société TN International, l'IRSN a considéré que :

- la sûreté du modèle de colis TN 117 est convenable lorsque celui-ci est chargé de crayons réputés étanches avant expédition ; dans ce cas, le modèle de colis est conforme aux exigences applicables aux colis de type B(U) pour matières fissiles ;
- lorsque le modèle de colis TN 117 est chargé de crayons combustibles inétanches placés dans des bouteilles, l'analyse de la prévention des risques de criticité en conditions accidentelles de transport pourrait être remise en cause en cas de présence de corps étranger empêchant l'ouverture du clapet inférieur de certaines de ces bouteilles, rendant ainsi inefficaces les opérations d'évacuation de l'eau contenue dans ces bouteilles. Aussi, l'IRSN a recommandé que la société TN International définisse des dispositions opérationnelles permettant d'exclure le risque de non-ouverture du clapet inférieur des bouteilles lors de la préparation du colis.