

# DÉBAT PUBLIC DE PENLY 3

Le transport des  
matières radioactives  
issues des centrales  
nucléaires



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE





# LE TRANSPORT DES MATIÈRES RADIOACTIVES EN FRANCE



Le transport des matières radioactives rentre en France dans la catégorie du transport des matières dangereuses. Il n'en représente, en quantité, qu'une très faible partie : moins de 5 %.

Les transports de déchets radioactifs ou de combustibles (neufs ou irradiés) liés aux centrales nucléaires concernent environ 2 000 transports par an pour environ 40 000 colis primaires, sur un total de 900 000 colis transportés. Le plus grand nombre est constitué de radionucléides destinés à un usage médical, pharmaceutique ou industriel.

Pour ce qui concerne le cycle du combustible nucléaire, on compte chaque année pour EDF : 260 transports de combustibles neufs, une quarantaine de transports de combustible MOX neuf et environ 200 transports de combustibles irradiés. Ces deux derniers types de transports sont les plus volumineux et les plus radioactifs.

Un colis est composé du contenu (matières radioactives) et du contenant (emballage plus ou moins complexe).

## Comment se prémunir des risques associés ?

Les risques présentés par les transports de matières radioactives sont essentiellement liés à l'irradiation, à la contamination, au vol ou au détournement des matières nucléaires.

Pour faire face à ces risques, le concept de « défense en profondeur » est appliqué. Il comprend trois composantes.

### → Robustesse des emballages

Les emballages sont conçus en tenant compte de situations accidentelles prédéfinies. Ils doivent être d'autant plus robustes que la radioactivité contenue est importante. Les essais sont effectués dans des conditions sévères pour tester leur résistance. Par exemple, pour le transport de combustibles irradiés, on étudie la résistance aux chutes de grande hauteur, à la perforation, à l'incendie et à l'immersion.

L'autorité compétente française, pour les transports de matières radioactives à usage civil, est l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) qui contrôle la conformité de la conception des colis les plus radioactifs ou contenant des matières fissiles, avec l'appui technique de l'IRSN (Institut national de radioprotection et de sûreté nucléaire).

### → Fiabilité des transports et prévention des incidents et accidents

La fiabilité des transports repose sur le respect des règles prévues par le règlement pour le transport des marchandises dangereuses, spécifiques à chaque mode de transport.

La conception du colis de transport et la formation des personnels font partie de ces règles. Le respect des règlements est soumis au contrôle des autorités :

- les Directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (Drire) pour les véhicules de transport ;
- l'ASN et les Drire pour l'inspection des colis.

### → Gestion de crise

Un dispositif de gestion de crise est prévu pour le cas où un incident ou un accident surviendrait. Sa mise en œuvre est coordonnée par les pouvoirs publics.

Elle fait intervenir de nombreux acteurs aux compétences complémentaires, mobilisés en fonction de l'incident ou de l'accident :

- **sapeurs-pompiers** (Cellules mobiles d'intervention radiologique des départements ou CMIR) ;
- **experts en colis de l'IRSN** qui dispose d'un Centre technique de crise ;
- **experts en radioprotection** (IRSN, Commissariat à l'énergie atomique ou CEA) ;
- **experts médicaux** locaux (centres hospitaliers...) ;
- **ingénieurs des Directions régionales de l'industrie**, de la recherche et de l'environnement (Drire) et de Météo France, qui peuvent participer aux cellules de crise locales mises en place par les préfets.

## Le choix du mode de transport

Quelques principes de base découlent directement de ce concept de défense en profondeur concernant le mode de transport : ce dernier est choisi en fonction des risques encourus, de la masse du colis, de l'activité et de la nocivité vis-à-vis de l'organisme humain, de la distance à parcourir et du nombre de manipulations nécessaires. Les risques de vol ou de détournement de matières sensibles sont également pris en compte dans ce choix.

### → Le chemin de fer

Le rail est reconnu comme le moyen de transport le plus sûr et le plus adapté aux convois de forte charge au sol. Dès lors qu'il existe une liaison ferroviaire disponible, ce mode de transport est choisi en priorité pour les colis lourds ou encombrants. Par exemple, la quasi-totalité du combustible utilisé destiné au retraitement est transporté par chemin de fer jusqu'au terminal ferroviaire de Valognes (Manche), puis par route jusqu'à l'usine de La Hague. La seule exception concerne les évacuations au départ de Flamanville, qui vont directement à La Hague par la route du fait de la proximité géographique des deux sites.

### → La route

La route est le moyen le plus souple pour transporter des matières radioactives. Cependant, le transport de matières radioactives par route, comme celui des autres matières dangereuses, est soumis à

# LE TRANSPORT DES MATIÈRES RADIOACTIVES EN FRANCE

des règles spécifiques générales de circulation et de stationnement pour éviter l'encombrement du réseau routier, notamment en période de forte affluence et dans les zones d'habitation. La totalité des colis de radionucléides destinés à un usage médical ou pharmaceutique est livrée par route aux hôpitaux.

## La réglementation et le contrôle

La réglementation relative au transport de matières radioactives s'appuie sur les recommandations établies par l'ONU et ses institutions spécialisées pour le transport des marchandises dangereuses. C'est l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA) qui est en charge de la réglementation du transport des matières radioactives.

Les recommandations de l'ONU sont déclinées dans le « Livre orange », lequel définit en particulier les différentes classes de matières (les matières radioactives forment la classe 7, les matières toxiques ou infectieuses la classe 6, les matières corrosives la classe 8, etc.).

Elles se déclinent ensuite dans des accords internationaux pour chacun des modes de transport considérés, puis dans des réglementations nationales.

Pour les transports terrestres (route, fer, voies de navigation intérieure), le texte fondateur applicable en France est l'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit « arrêté TMD ») paru au JO n° 150 du 27 juin 2009.

Les accords européens « ADR » (accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route) pour la route et « RID » (règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses pour le rail) sont des annexes expressément désignées de cet arrêté.

Les recommandations de l'AIEA se trouvent dans le « règlement de transport des matières radioactives », édition de 1996, revue en 2009 et dite « TS-R-1 ».

Ce document fixe des normes de sûreté permettant une maîtrise, d'un niveau acceptable, des risques radiologiques, des risques de criticité et des risques thermiques auxquels sont exposés les personnes, les biens et l'environnement du fait du transport de matières radioactives.

On peut le résumer ainsi :

- **ce sont les obligations de l'expéditeur** qui vont permettre de garantir la sûreté du transport. La sûreté repose sur le concept de défense en profondeur, dont la première composante est la robustesse de l'emballage qui doit être adaptée à la matière transportée et aux conditions normales et accidentelles du transport telles que définies par la réglementation ;
- **ce sont les obligations du transporteur** (en particulier la qualité de son Plan d'urgence transport) qui permettront d'assurer la bonne gestion de tout événement affectant le transport.

## → La transposition en droit français

Ces recommandations, retranscrites en droit français, couvrent tous les aspects du transport : conception, fabrication, entretien, préparation, envoi, manutention, acheminement, entreposage et réception. Ainsi, par exemple, le transport de combustible ne peut démarquer ou être réceptionné avant la remise d'un dossier de contrôle complet ; il peut être interrompu dès que le moindre manquement aux prescriptions des arrêtés est constaté.

## → Le contrôle

En France, l'ASN est en charge du contrôle de la sûreté des transports civils de matières radioactives. Elle contrôle le respect de la réglementation et doit donner son agrément aux nouveaux modèles de colis transportant les matières les plus radioactives, avant que ceux-ci ne soient utilisés sur la voie publique.

Le contrôle de la protection des transports contre les actions de malveillance est du ressort du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) auprès du ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. Il contrôle notamment la protection physique des transports sensibles.

## Les obligations de l'expéditeur

La réalisation, dans de bonnes conditions de sûreté, d'un transport de matières radioactives exige de mettre en place une chaîne rigoureuse de responsabilités.

L'expéditeur de marchandises dangereuses a l'obligation de remettre au transport un envoi conforme aux prescriptions de l'ADR.

Dans ce cadre :

- **l'expéditeur** doit être en mesure de caractériser complètement la matière à transporter de manière à choisir le type d'emballage à utiliser et à spécifier les conditions du transport ;
- **l'emballage** correspondant doit être conçu et dimensionné en fonction des conditions d'utilisation et de la réglementation existante ;
- dans le cas d'utilisation **d'emballages existants**, il faut s'assurer de leur conformité aux modèles décrits dans les colis agréés ;
- **une fois l'emballage chargé** et le colis dans sa configuration de transport au départ, l'expéditeur a l'obligation de s'assurer que les contrôles réglementaires (débit de dose, température, non-contamination, confinement) ont été réalisés et que leurs résultats respectent les limites réglementaires ;
- **le transport** lui-même est organisé par le transporteur. Le cas échéant, celui-ci est chargé d'obtenir toutes les autorisations nécessaires et d'envoyer les différents préavis pour le compte de l'expéditeur. Il doit aussi sélectionner le moyen de transport et l'itinéraire en fonction des exigences énumérées ci-dessus ;
- **la réalisation du transport** est confiée à des sociétés spécialisées, dotées des agréments et des véhicules nécessaires. En particulier, les conducteurs doivent détenir un certificat (délivré par un organisme agréé) attestant qu'ils ont suivi et réussi les examens relatifs au transport des matières dangereuses d'une part, et à la spécialisation portant sur les matières radioactives d'autre part. Ce certificat doit être renouvelé tous les cinq ans.

Il existe d'autres autorisations, notamment dans le cadre de la protection physique qui relève du haut fonctionnaire de défense et de sécurité. Elles sont définies dans le décret n° 2009-1120 du 17 septembre 2009 relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport et dans le Code de la défense. Pour garantir l'application de la réglementation, chaque Centre nucléaire de production d'électricité a désigné en son sein un référent transport plus spécialement chargé d'assister les services qui assurent l'expédition des colis radioactifs. Après avoir réussi un examen, ce référent dispose de la certification européenne (directive UE 96/35/CE) de Conseiller à la sécurité du transport des marchandises dangereuses (CST) et est déclaré en préfecture.

# 2

## LES TRANSPORTS DE MATIÈRES RADIOACTIVES OCCASIONNÉS PAR LA CENTRALE DE PENLY



Le présent chapitre s'intéresse plus particulièrement aux transports de matières radioactives occasionnés par les centrales nucléaires. Pour l'illustrer, nous avons pris le cas de la centrale de Penly.

### Les déchets

#### → Origine et caractérisation

L'exploitation (et la déconstruction) des centrales nucléaires génère essentiellement des déchets dits « à vie courte », qui perdent au moins la moitié de leur radioactivité tous les 30 ans. Ils constituent 90 % du volume total des déchets radioactifs et ne concentrent que 0,1 % de la radioactivité. Ces déchets proviennent essentiellement :

- des systèmes de filtration – épuration du circuit primaire : filtres, résines, concentrats, boues... ;
- des opérations de maintenance sur matériels (pompes, vannes...);
- des opérations d'entretien divers (vinyles, tissus, gants...);
- de certains travaux de déconstruction des centrales mises à l'arrêt définitif (gravats, pièces métalliques...).

En fonction de leur niveau de radioactivité, ils sont séparés en deux sous-catégories :

- les déchets de très faible activité (TFA) ;
- les déchets de faible à moyenne activité (FMA).

Les progrès constants accomplis, au niveau de la conception, de la gestion du combustible et de l'exploitation des installations ont permis de réduire les volumes de déchets à vie courte : les volumes des déchets d'exploitation ont été divisés par trois depuis 1985, à production électrique équivalente.

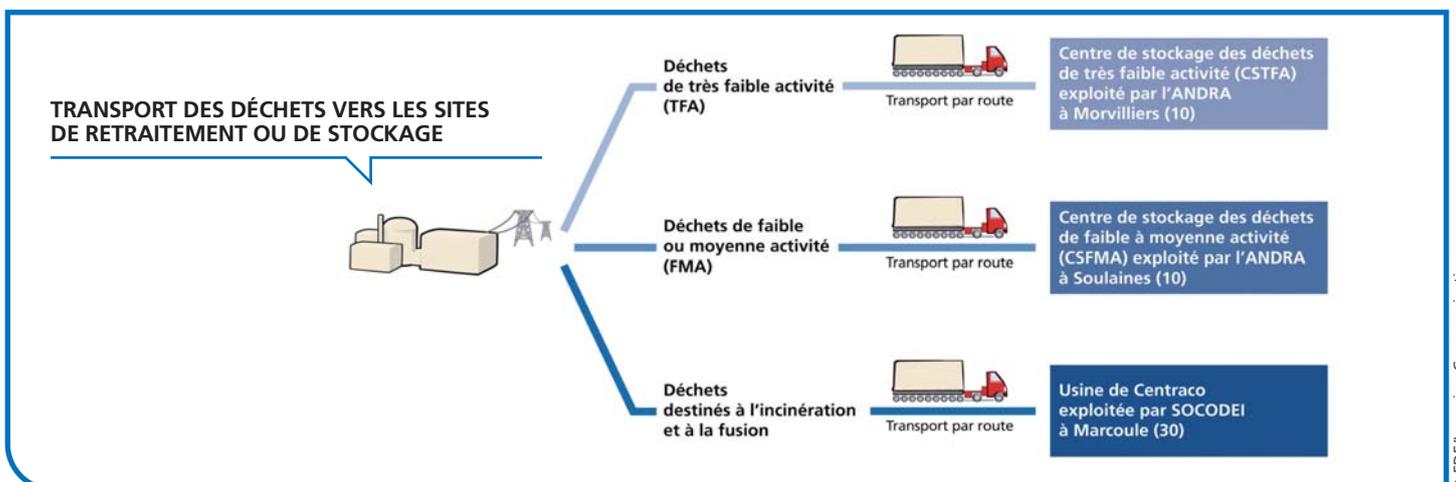
Une fois conditionnés, ces déchets sont temporairement entreposés dans des installations prévues à cet effet, sur les sites de production. L'ensemble de ces déchets est ensuite évacué :



Différents types d'emballages pour les déchets, selon leur nature et leur niveau de radioactivité.

- soit vers **Centraco**, usine de traitement située dans le Gard, et qui utilise la fusion ou l'incinération pour réduire le volume des déchets qui se prêtent à ces procédés,
- soit vers **les deux centres de stockage** de l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) de Morvilliers et de Soulaïnes (Aube).

Après traitement, les déchets présentent un volume réduit (jusqu'à un facteur 10), et sont expédiés vers les centres de Morvilliers et de Soulaïnes.



## LES TRANSPORTS DE MATIÈRES RADIOACTIVES OCCASIONNÉS PAR LA CENTRALE DE PENLY

### → Quantités transportées et destinations

La centrale de Penly effectue annuellement de 30 à 40 transports par camion de déchets radioactifs.

#### NOMBRE DE COLIS ÉVACUÉS PAR LA CENTRALE PENLY EN 2009

Site destinataire	Nombre de colis évacués
CSTFA à Morvilliers	6
CSFMA à Soulaïnes	50
Centraco à Marcoule	37

Les itinéraires empruntés sont définis par le transporteur, ils privilégient les grands axes et les voies rapides. Actuellement, l'itinéraire le plus utilisé contourne Paris par l'Ouest, emprunte l'A6, puis l'A7 pour les déchets vers Centraco, et l'A5 pour les déchets vers les centres de Soulaïnes et de Morvilliers. L'autre itinéraire pour les déchets à destination des centres de l'Andra traverse une partie de la Picardie (Beauvais, Senlis), contourne Paris par l'Est et rejoint ensuite l'A5.

Pour Penly 3, les types et quantités de déchets devraient être du même ordre de grandeur. Pour plus de détails, le lecteur peut se reporter au dossier du maître d'ouvrage du débat public Penly 3 (page 54). Les modalités de conditionnement et de transport et les destinations des déchets produits seront identiques.

### Le combustible neuf

Les centrales nucléaires françaises utilisent deux types de combustibles nucléaires dits « UO<sub>2</sub> » (composés exclusivement d'uranium) et MOX (composé d'un mélange d'uranium et de plutonium) qui sont réunis dans des « assemblages ». La centrale de Penly n'utilise pas à ce jour de combustible MOX, mais il est prévu que Penly 3 le fasse. Le combustible neuf UO<sub>2</sub> est conditionné dans un emballage spécial

Assemblage UO<sub>2</sub> neuf.



Emballage de combustible UO<sub>2</sub> neuf



qui contient en général deux assemblages (ou un seul, selon le type utilisé). Le combustible neuf UO<sub>2</sub> a la particularité d'être très peu radioactif (il peut être manutentionné au contact) et ne nécessite pas de protection radiologique renforcée.

Penly étant relié directement au réseau ferré, le transport des éléments combustibles s'effectue de préférence par train. Les éléments proviennent des différentes usines de fabrication du combustible des fournisseurs d'EDF (actuellement Romans, dans l'Isère, mais aussi d'Allemagne et de Belgique) ou du magasin interrégional de Bugey, dans l'Ain.

Le combustible nucléaire se renouvelle par tiers (64 assemblages pour Penly 1 et 2, 80 pour Penly 3). Selon les fournisseurs et les usines d'origine, il peut être livré par route ou par train. Par train, il est possible de livrer en une seule fois la totalité du combustible nécessaire (pour Penly 1 ou 2 : 5 wagons transportant chacun 6 emballages contenant 2 assemblages, et un wagon qui transporte 2 emballages). Par route, un camion ne peut transporter que 4 emballages au maximum (limité par le poids total en charge). Le combustible se renouvelle tous les 18 mois environ.

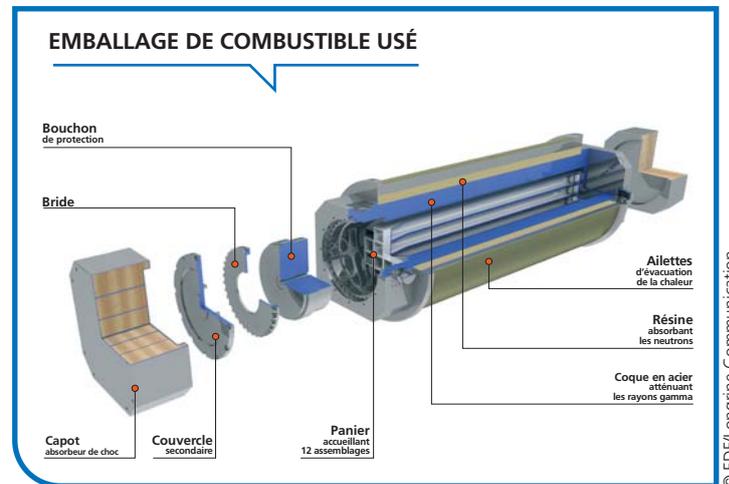
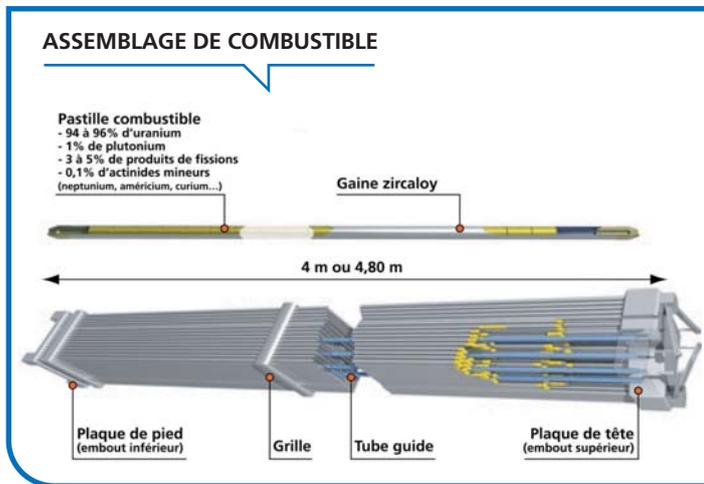
Les assemblages de combustible MOX sont placés par 8 dans un emballage spécial, disposé ensuite sur une remorque blindée. Le transport s'effectue par route à partir de l'usine MELOX de Marcoule, dans le Gard, et sous protection renforcée.

### Le combustible utilisé

Les assemblages de combustibles usés sont déchargés du réacteur et entreposés un à deux ans dans la piscine du bâtiment combustible pour attendre que leur dégagement de chaleur décroisse suffisamment. Au moment du déchargement la puissance dégagée par un assemblage combustible est de 2 000 kW, un an après elle est inférieure à 10 kW. Il peut alors être transporté dans un conteneur adapté jusqu'à l'usine de La Hague.

En moyenne, il y a autant d'éléments combustibles envoyés à La Hague que d'éléments combustibles neufs arrivant à Penly. En 2009, la centrale de Penly a procédé à 6 évacuations de combustible usé vers l'usine de traitement AREVA de La Hague, soit 72 assemblages. Le trajet se fait d'abord par camion depuis l'unité de production jusqu'au terminal ferroviaire du site, situé en haut de la falaise. Les emballages sont ensuite chargés sur des wagons spéciaux. Le convoi emprunte les voies ferrées jusqu'à Valognes, dans la Manche, via Dieppe, Sotteville et Caen.

## LES TRANSPORTS DE MATIÈRES RADIOACTIVES OCCASIONNÉS PAR LA CENTRALE DE PENLY

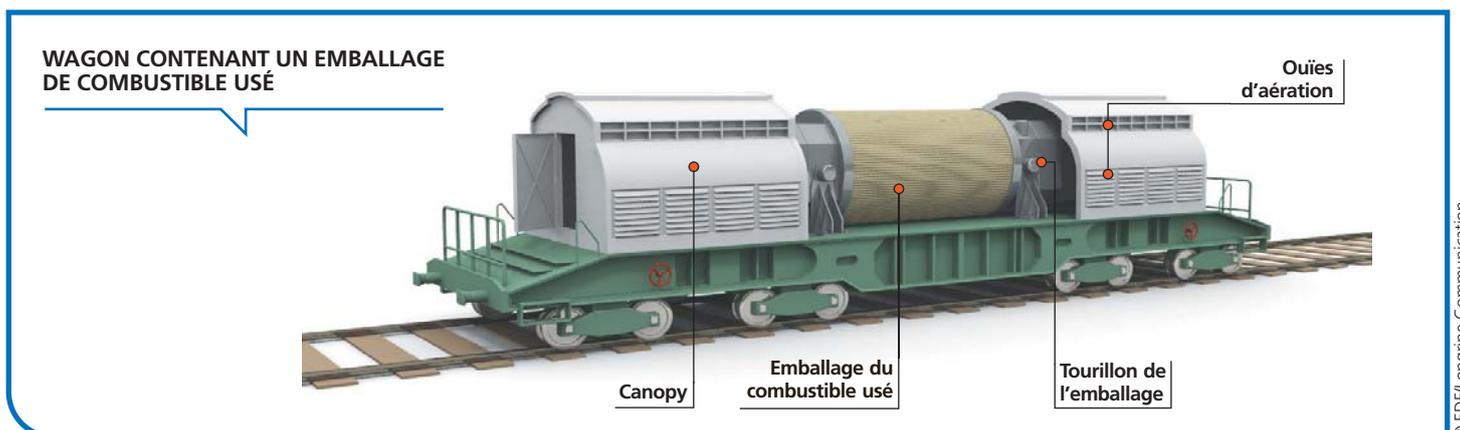


L'emballage classique destiné au transport du combustible utilisé est conçu pour accueillir 12 assemblages combustibles. Cet emballage très lourd (environ 115 tonnes avec son chargement) doit répondre à de nombreux critères :

- il doit offrir une **protection biologique efficace** pour atténuer fortement les rayonnements gamma émis par les assemblages, d'où l'épaisseur de la coque périphérique en acier forgé ; des résines spéciales permettent d'absorber les neutrons émis par les fissions spontanées qui se produisent dans le combustible ;
- il doit **évacuer la chaleur résiduelle** (puissance au maximum de 60 à 70 kW pour les 12 assemblages). La chaleur s'évacue par rayonnement, elle se transmet aux ailettes qui entourent la coque principale et qui, en offrant une grande surface d'échange en contact avec l'air, facilitent l'évacuation de la chaleur ;
- il doit **résister aux accidents** qui pourraient intervenir pendant le transport, d'où par exemple la présence à ses extrémités de capots amortisseurs contenant du bois pour amortir les chocs. Il a subi avec succès les épreuves très sévères imposées par la réglementation internationale du transport des matières radioactives : plusieurs chutes libres de 9 m, selon l'inclinaison la plus pénalisante sur une surface plane très dure, indéformable ; chute de 1 m sur un poinçon (barre d'acier de 10 cm de diamètre et de 1 m de hauteur, dressée verticalement) ; immersion sous 15 m d'eau pendant 8 heures ; tenue dans un feu à plus de 800 °C pendant 30 minutes, etc.

Le wagon destiné à accueillir l'emballage contenant le combustible utilisé répond à un certain nombre d'impératifs spécifiques :

- il est équipé de **puissants chevalets**, sur lesquels viennent se poser les tourillons de l'emballage, pour l'arrimer solidement ;
- il comprend un **canopy avant** et un **canopy arrière coulissants** qui s'écartent pour permettre le chargement ou le déchargement de l'emballage ; ces **canopies** sont ensuite accolés et forment une petite hutte métallique pour protéger l'emballage des intempéries (pluie, neige...) et se prémunir contre l'approche du colis par toute personne non autorisée ;
- sous le wagon est disposée une « **lèchefrite** » pour récupérer l'eau qui pourrait s'écouler sur l'emballage et l'amener dans un bac de rétention : cet aménagement permet d'éviter que de l'eau éventuellement contaminée ne s'écoule dans l'environnement. Pour s'assurer de la propreté de l'emballage, on multiplie les contrôles. La liste des tests imposés avant le départ du wagon comprend plus de 200 mesures concernant à la fois la contamination de surface (sur l'emballage, le wagon, les **canopies**) et le niveau de rayonnements près de l'emballage et à distance. Ces contrôles sont assurés sous la responsabilité de l'expéditeur EDF : techniciens du service prévention des risques d'EDF et techniciens d'un organisme extérieur. La qualité de ces contrôles est validée par une série de contrôles contradictoires réalisés par les techniciens d'un organisme indépendant et habilité par l'administration.





DÉBAT PUBLIC PENLY 3

# GLOSSAIRE

- **ADR** : Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route
- **ANDRA** : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
- **AIEA** : Agence internationale pour l'énergie atomique
- **ASN** : Autorité de sûreté nucléaire
- **Centraco** : usine d'incinération et de fusion de déchets radioactifs située à Marcoule, dans le Gard
- **DRIRE** : Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
- **FMA** : catégorie de déchets à Faible et Moyenne radioActivité
- **MELOX** : usine de fabrication de combustible MOX située à Marcoule, dans le Gard
- **IRSN** : Institut national de radioprotection et de sûreté nucléaire
- **MOX** : Metal Oxyde, type de combustible nucléaire contenant du plutonium
- **PEHD** : polyéthylène haute densité
- **RID** : *Regulations concerning the International carriage of Dangerous goods by rail*
- **TMR** : Transport des matières dangereuses
- **TFA** : catégorie de déchets à Très Faible radioActivité
- **UO<sub>2</sub>** : type de combustible ne contenant pas d'autre matière fissile que l'uranium

## Sources

EDF, IRSN, ASN

[http://www.irsn.fr/FR/base\\_de\\_connaissances/Installations\\_nucleaires/transport/transport-matiere-radioactive/Pages/sommaire.aspx?DossierGuid=27456050-ad75-43d5-819f-7664f1332cd5&DossierWebGuid=44e065ca-86c5-47a8-b5b2-d524d5e39365](http://www.irsn.fr/FR/base_de_connaissances/Installations_nucleaires/transport/transport-matiere-radioactive/Pages/sommaire.aspx?DossierGuid=27456050-ad75-43d5-819f-7664f1332cd5&DossierWebGuid=44e065ca-86c5-47a8-b5b2-d524d5e39365)

<http://www.asn.fr/index.php/Les-activites-controlees-par-l-ASN/Transports-de-matieres-radioactives>

[http://energie.edf.com/fichiers/fckeditor/Commun/En\\_Direct\\_Centrales/Nucleaire/Centrales/Penly/Publications/documents/rapport\\_tsn\\_penly\\_2009.pdf](http://energie.edf.com/fichiers/fckeditor/Commun/En_Direct_Centrales/Nucleaire/Centrales/Penly/Publications/documents/rapport_tsn_penly_2009.pdf)

