



Le transport des déchets radioactifs

Bruno DESNOYERS
Expert Sûreté Sécurité – Direction
Supervision des Transports
UIC-Paris – 1^{er} Octobre 2013

LES DECHETS RADIOACTIFS – CLASSIFICATION ET FILIERES DE GESTION

CLASSIFICATION FRANCAISE DES DECHETS RADIOACTIFS ET FILIERES DE GESTION			
Période / Activité	Vie très courte (<100 jours)	Vie courte (VC) « 31 ans	Vie longue (VL) > 31 ans
Très faible activité (TFA) 0 à 100 Bq/g	Gestion par décroissance radioactive ↓ Filières conventionnelles	Centre de stockage TFA de l'Aube (Morvilliers)*	
Faible activité (FA) 100 à 100 000 Bq/g		Centre de stockage FMA-VC de l'Aube (Soulaines)*	Projet de stockage en subsurface (déchets radifères ou graphite) → 2019
Moyenne activité (MA) 100 000 à 1 Md Bq/g		➤ Filière à l'étude pour déchets tritiés	
Haute activité (MA) > 1 Md Bq/g		A l'étude (laboratoire de recherche souterrain de Bure)	

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.3



Les déchets radioactifs

► Selon les chiffres de l'ANDRA (2012)

- ◆ 1 320 000 m³ recensés, dont
 - 59% provient de la filière électronucléaire,
 - 26 % de la recherche,
 - 11% de la défense,
 - 4 % de l'industrie et du médical;
- ◆ **Déchets Haute Activité (HA):**
 - 0,2% du volume, 96% de l'activité:
- ◆ **Déchets Moyenne Activité Vie Longue (MA-VL):**
 - 3% du volume, 4% de l'activité
- ◆ **Déchets Faible Activité Vie Longue (FA-VL) :**
 - 7% du volume, 0,01% de l'activité
- ◆ **Déchets Faible et Moyenne Activité Vie Courte (FMA-VC):**
 - 63% du volume, 0,02% de l'activité
- ◆ **Déchets Très Faible Activité (TFA):**
 - 27% du volume, < 0,01% de l'activité

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.4



Les déchets radioactifs

- ▶ Parmi ces déchets ceux qui sont transportés sont:
 - ◆ Les déchets HA et MA-VL (déchets issus du traitement de combustibles irradiés étrangers)
 - ◆ Les déchets FMA-VC et TFA (essentiellement vers les sites ANDRA)
- ▶ Les déchets FMA-VC peuvent être déjà conditionnés pour le stockage ou non
- ▶ Transports organisés par les producteurs des déchets (électronucléaire), ou par l'ANDRA (opérations de collecte chez les particuliers, les hôpitaux, les professionnels et l'industrie non nucléaire)
- ▶ Les déchets peuvent également être dirigés vers des centres de traitement ad-hoc avant d'être acheminés vers les centres de l'ANDRA

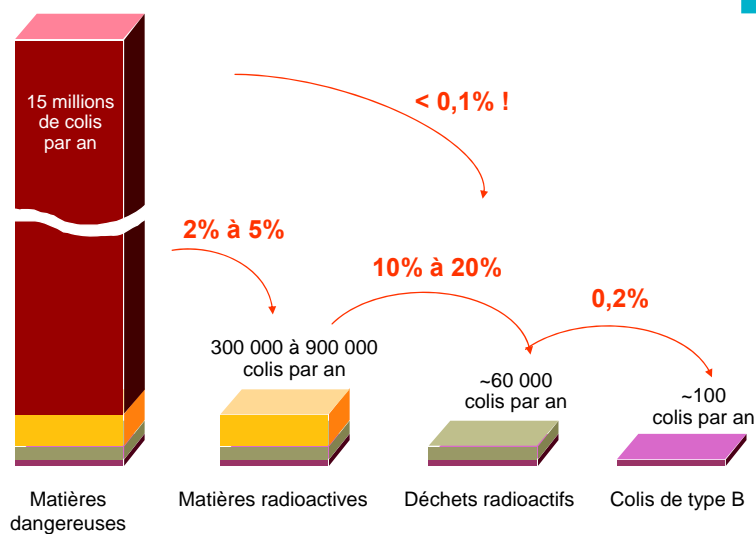
AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.5



Le transport des matières dangereuses en France



AREVA TN

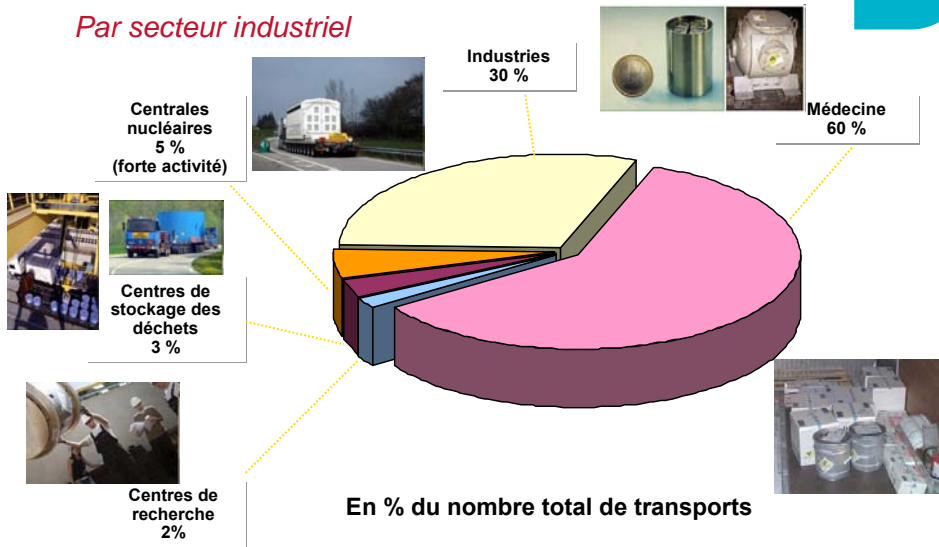
Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.6



Transport de matières radioactives en France

Par secteur industriel



AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.7



Règlementation de transport des marchandises dangereuses



AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.8



RECOMMANDATIONS



AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.9



Règlementation nationale française

<p>Arrêté TMD</p>	<p>Arrêté RSN – Division 411</p>	<p>Arrêté RPM</p>	<p>Arrêté OPS-1</p>
-------------------	----------------------------------	-------------------	---------------------

- ➔ ADR
- ➔ RID
- ➔ ADN

➔ Code IMDG

- ➔ ADR
- ➔ RID
- ➔ ADN
- ➔ Code IMDG

➔ IT – OACI

Les spécificités françaises sont dans le chapitre 1 de l'Appendice 3 relatif aux divergences notifiées par les états (FR 1 à FR 6).
Ces divergences sont aussi reprises dans la section 2.8.1 du règlement de l'IATA (FRG-01 à FRG-06)

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

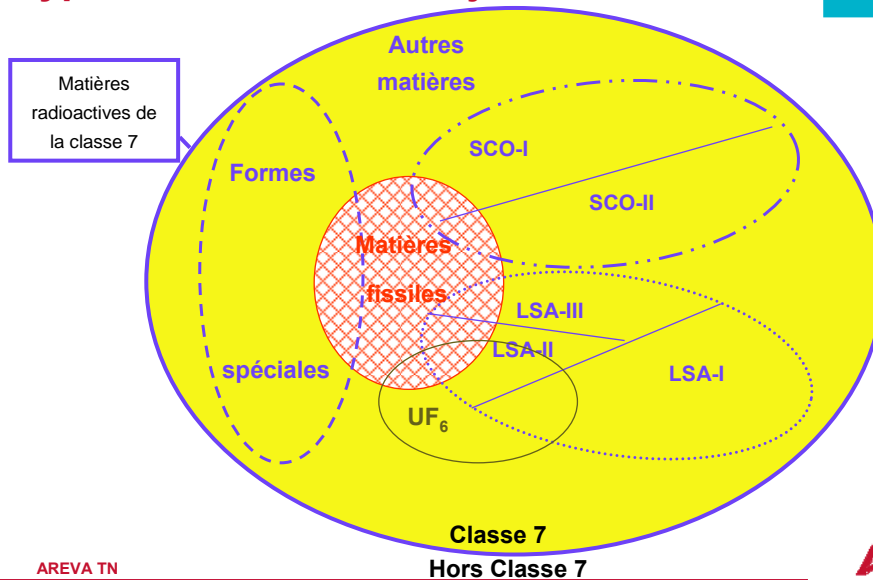
p.10



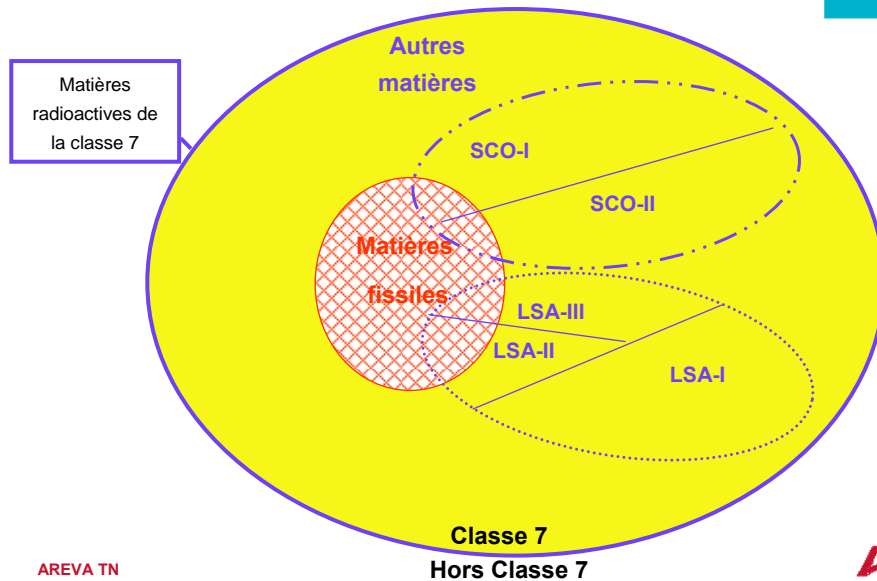
Autres contraintes réglementaires en France

- ▶ Arrêtés préfectoraux pris pour l'interdiction de stationnement des matières radioactives dans le département de la Manche
- ▶ Enregistrement au registre des transporteurs de déchets (cas des transports à destination du CIREs)
- ▶ Dispositions du Code de la Défense relatives au contrôle et à la protection physique des matières nucléaires en cours de transport (cas de déchets contenant des matières nucléaires)
- ▶ Dispositions du Code du travail relatives à la protection des travailleurs vis à vis des rayonnements ionisants

Représentation schématique des différents types de matières et objets de la Classe 7



Sous forme de déchets cette classification se réduit à:



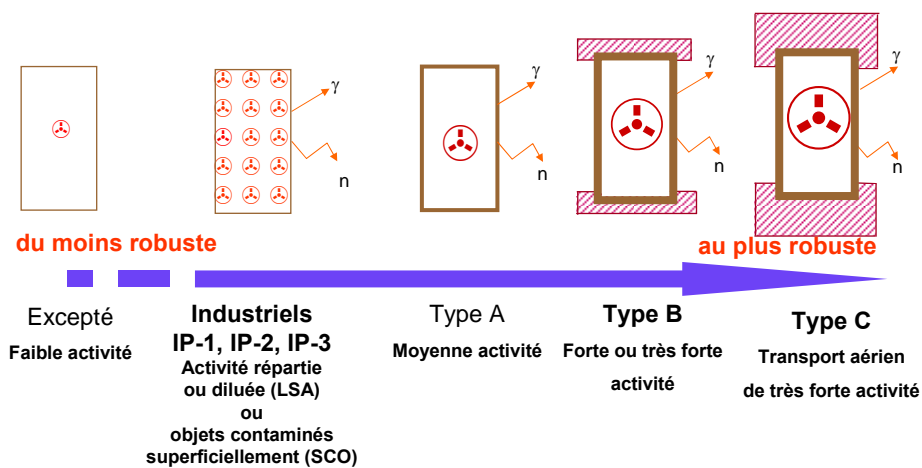
AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.13



Représentation schématique des différents types de colis de matières radioactives



Remarque : dans certaines conditions les matières LSA-I et les objets SCO-I peuvent être transportées en vrac (matières ou objets non emballés)

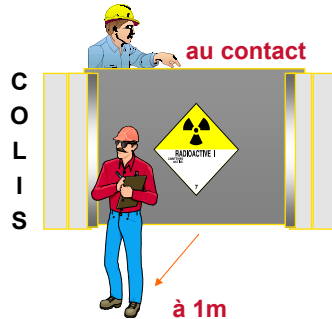
AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.14



Les limites d'intensité de rayonnement autour des colis en condition de transport de routine



Intensité de rayonnement au contact

Colis excepté	$\leq 0,005 \text{ mSv/h}$ ($5\mu\text{Sv/h}$)
Colis - industriels - type A - type B - fissiles	$\leq 2 \text{ mSv/h}$ (1)

Intensité de rayonnement à 1 m (2)

Colis excepté	Pas de limites prescrites
Colis - industriels - type A - type B - fissiles	$\leq 0,1 \text{ mSv/h}$ (ou plutôt : $\text{TI} \leq 10$)

Si « envoi sous utilisation exclusive » dans le document de transport :

(1) : $< 10 \text{ mSv/h}$ au contact, si pas de rupture de charge, colis fixés et « non accessibles »

(2) : pas de limite à 1 m (le TI peut être > 10)

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.15



Les limites de contamination externe des colis, en condition de transport de routine

La contamination non fixée en surface des colis est à maintenir aussi bas que raisonnablement possible

Limites applicables à toute aire de 300 cm^2 (valeur moyenne):

	Emetteurs β , γ et α de faible toxicité	Autres émetteurs α
Colis hors classe 7 (pour mémoire)	$0,4 \text{ Bq/cm}^2$	$0,04 \text{ Bq/cm}^2$
Tous colis de la classe 7	4 Bq/cm^2	$0,4 \text{ Bq/cm}^2$

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.16



Limitation du risque d'exposition aux rayonnements ionisants



- ▶ **Chaque opérateur du transport doit établir et appliquer un Programme de Protection Radiologique (PPR)**
 - ◆ Pour maîtriser et réduire autant que possible l'exposition des travailleurs et celle des membres du public
 - ◆ En prenant en compte le rayonnement mais aussi le risque de contamination
- ▶ **Le PPR considère:**
 - ◆ La catégorisation des travailleurs (Cat A ou B, ou non catégorisé) ainsi que les limites pour le public
 - ◆ Les diverses situations d'exposition auxquelles conduisent les opérations de transport tant pour les travailleurs, que pour les autres personnes exposées, et notamment le public
 - ◆ Les consignes aux opérateurs pour limiter l'exposition des travailleurs et du public
 - ◆ Les moyens mis en place pour maîtriser et si possible réduire l'exposition des personnes,
 - ◆ Les situations d'urgence

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.17



La classification des colis de déchets pour le transport



- ▶ **Compte tenu des critères d'acceptation du CIREs les déchets qui y sont transportés sont principalement**
 - ◆ En dessous des critères d'exemption (hors classe 7)
 - ◆ En colis excepté (UN2910)
 - ◆ En tant que LSA-I (UN2912) ou SCO-I (UN2913) en vrac ou en colis
- ▶ **Compte tenu des critères d'acceptation du CSA les déchets qui y sont transportés sont principalement**
 - ◆ Des matières LSA-II (UN3321) ou plus rarement LSA-III (UN3322)
 - ◆ Des SCO-II (UN2913)
- ▶ **Les déchets HA et MA-VL, compte tenu de leur niveau très élevé d'activité et de la présence potentielle de matières fissiles sont :**
 - ◆ Des colis de Type B(U) ou B(M) (UN2916 ou UN2917) ou
 - ◆ Des colis de Type B(U) ou B(M) pour matières fissiles (UN3328 ou UN3329)

AREVA TN

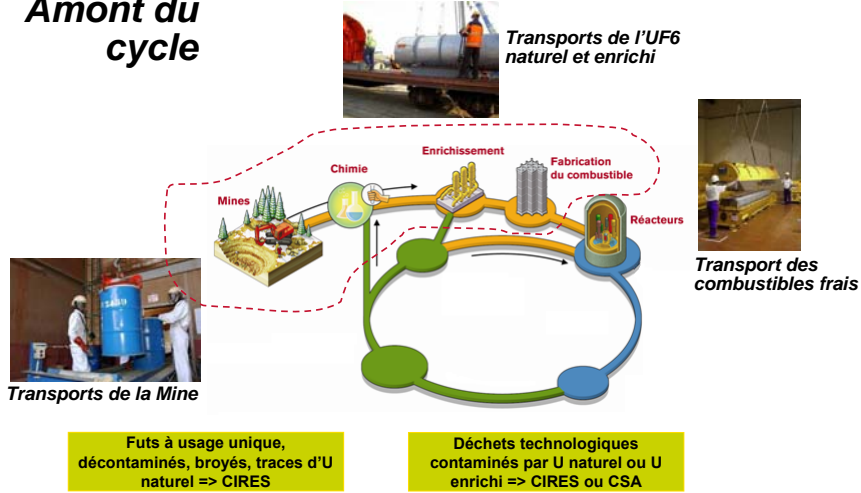
Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.18



Les déchets d'exploitation du cycle du combustible

Amont du cycle



AREVA TN

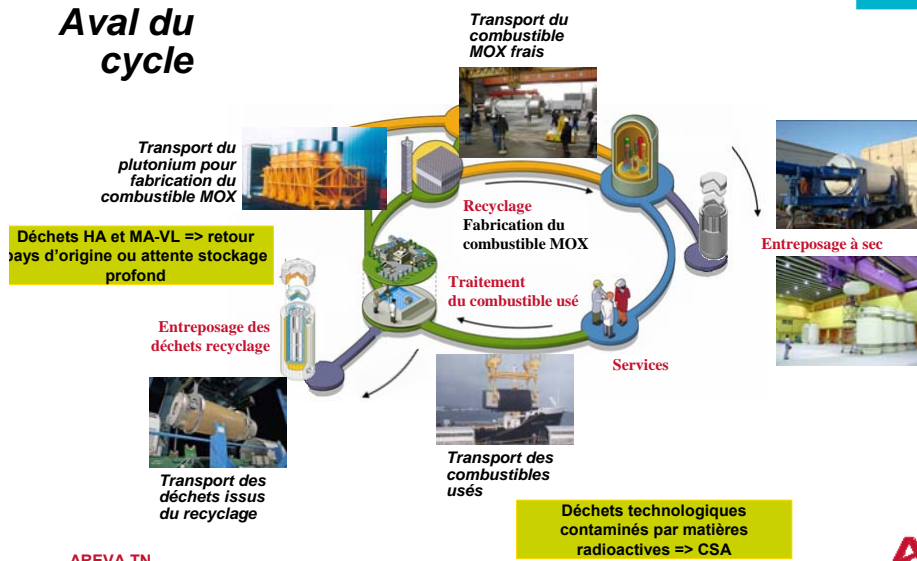
Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.19



Les déchets d'exploitation du cycle du combustible

Aval du cycle

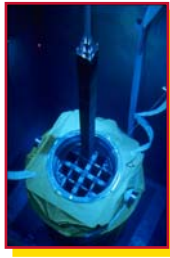


AREVA TN

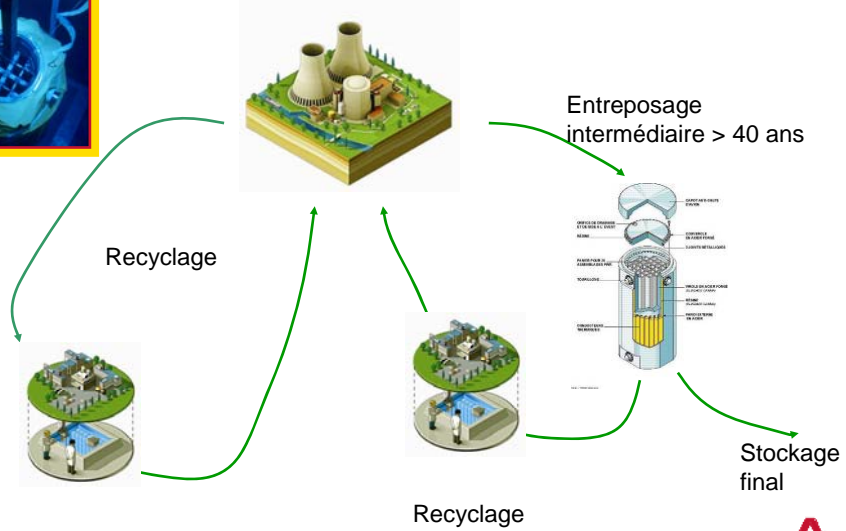
Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.20





Deux politiques pour la gestion des combustibles usés



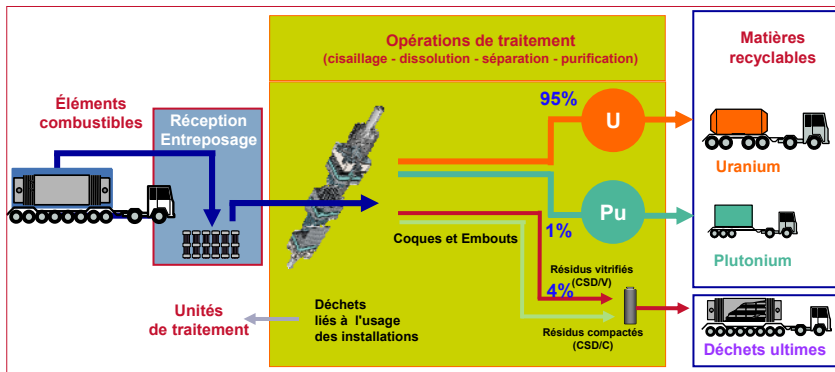
AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.21



Le recyclage



AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.22



Transports des déchets du recyclage



Coulée des résidus vitrifiés

Canister de résidus vitrifiés

AREVA IN

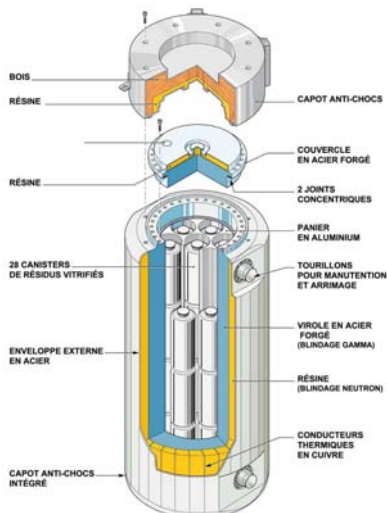
Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.23



Emballages de transport de résidus vitrifiés hautement radioactifs

TN 28 VT
(Colis de type B(U)F)

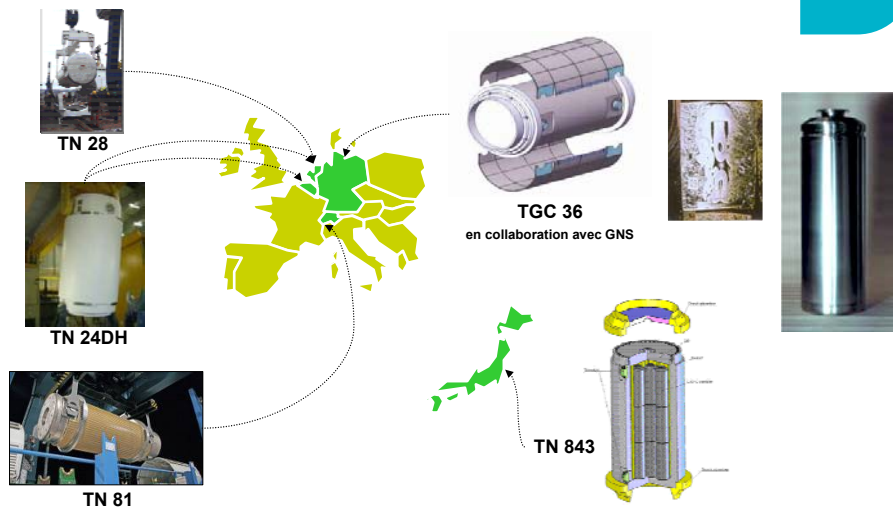


Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.24



Transports des déchets compactés – CSD-C



Démarrage des premiers transports de CSD-C en 2009

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.25



Les transports internationaux de déchets HA: fort enjeu de communication

► Multiplicité de parties prenantes

- ◆ Forte implication des niveaux politiques et administratifs
- ◆ Fort intérêt médiatique
- ◆ Fort intérêt de la société civile
- ◆ Forte implication des autorités de sûreté et de sécurité

► Complexité des règlements parfois contradictoires

- ◆ Loi TSN / règles de protection physique des matières nucléaires
- ◆ Inspections et contrôles multiples et redondants



Contrôles contradictoires de niveau de rayonnement par l'IRSN et l'ACRO organisé par l'ASN sur le terminal ferroviaire AREVA de Valognes sur un convoi à destination de l'Allemagne

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.26



Transports de déchets ALPHA

Les déchets ALPHA : Colis de type B(U) ou B(M) pour matières fissiles

- ▶ RD39 (TN GEMINI) pour transports de site à site
- ▶ RD26 pour transports de site à site



RD-39



RD-26

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.27

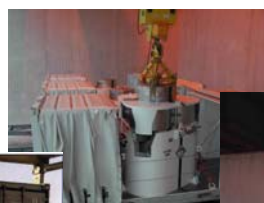


Transports de déchets d' AREVA La Hague

- ▶ Colis C0, C1, C2 et CBFK en DV78 vers le CSA
- ▶ Emballages utilisés pour les transports :
 - ◆ DV78 : containers ISO 20' (IP-2) avec aménagements ad-hoc
 - ◆ CC102 (coque blindée IP-2 contenant des C2 irradiants) transporté sur flat ISO 20'



DV 78



CC 102



AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.28



Les conteneurs ISO : deviennent le standard pour les déchets solides LSA

► Conteneurs ISO 20' ½ hauteur ou pleine hauteur en tant que:

- ◆ Colis excepté
- ◆ IP-1
- ◆ IP-2



- ◆ Avantage : équivalence réglementaire ISO ⇔ IP-2, facilité de transport et de manutention, transport multimodal, internationalement reconnu

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.29



Difficultés particulières pour les LSA et les SCO

► Caractérisation des LSA :

- ◆ Inventaire exhaustif des radionucléides
- ◆ Mesure d'activité
- ◆ Homogénéité des matières
- ◆ Risques subsidiaires

► Caractérisation des SCO

- ◆ Inventaire exhaustif des radionucléides
- ◆ Mesure d'activité
- ◆ Homogénéité de la contamination
- ◆ Multiples critères (surfaces accessibles/non accessibles, contamination fixée/non fixée, α faible toxicité + β + γ / autres α)

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.30



Comment satisfaire la réglementation en cas de risques subsidiaires en colis non agréés

- ▶ **1^{ère} étape : caractérisation correcte de la substance dangereuse vis-à-vis des critères des différentes classes**
 - ◆ Classe 7 : colis excepté, LSA, SCO, type A ?
 - ◆ Autres risques : classes, Groupe d'Emballage, forme physique, quantités, FDS ?
- ▶ **2^{ème} étape : déterminer la classification en faisant abstraction du risque radioactif**
 - ◆ n°ONU le plus adapté sans tenir compte du risque Classe 7
- ▶ **3^{ème} étape : déterminer les règles d'emballage**
 - ◆ Pour le n°ONU représentatif de l'ensemble des risques subsidiaires;
 - ◆ Pour la Classe 7 (colis excepté, IP-1, IP-2, IP-3 ou Type A)
 - ◆ Choisir le type d'emballage ou GRV ou citerne parmi ceux possibles pour les risques subsidiaires le plus adapté pour respecter les prescriptions de la classe 7
 - ◆ Utiliser les règles d'équivalence (IP-2, IP-3) ou faire procéder à des épreuves complémentaires (type A)
- ▶ **4^{ème} étape : établir la documentation permettant le respect total de la réglementation (DS + NU + spécification de maintenance)**
 - ◆ Intégrer exigences pour les risques subsidiaires (4.1, ou 4.2 ou 4.3, + étiquetage + codes tunnels + règles CV, ...) en plus de celles relatives à la classe 7



AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.31



Prise en compte des risques subsidiaires: exemple

- ▶ **Le contenu radioactif constitué soit de:**
 - ◆ déchets radioactifs liquides sous forme de supports, imbibés de produits de type dégraissant, décontaminant, antigel, acides ou basiques (7+8)
 - ◆ solvants contaminés (7+3)
 - ◆ de solution de nitrate d'uranyle enrichi en U235 à moins de 2 %, stabilisé par de l'hydrazine à moins de 37 % en masse (7+8+6.1)
 - ◆ d'éprouvettes de déchets cimentés (7),
 - ◆ de résines humides et contaminées (7)
- ▶ **Risque principal radioactif**
 - ◆ LSA-II liquide : UN3321
 - ◆ Colis : Type IP-2 + transport sous utilisation exclusive
- ▶ **Risques subsidiaires :**
 - ◆ Classe 8 – GE-II ou GE-III, ou
 - ◆ Classe 3 – GE-III
 - ◆ Classes 8 (II) et 6.1 (III)
 - ◆ Instruction d'emballage : P001 ou P002 selon les cas
- ▶ **Emballage utilisé :**
 - ◆ Une liste d'emballages X ou Y (fûts ou jerricanes) répondant aux deux fiches d'instruction utilisables en tant qu'IP-2 a été établie, permettant à l'exploitant de choisir au mieux en fonction de son besoin, sans crainte vis-à-vis des risques subsidiaires.



Exemple d'application
Collecte déchets en fûts
UN 1A2/Y/130/S
Utilisables en tant que
TYPE IP-2

AREVA TN

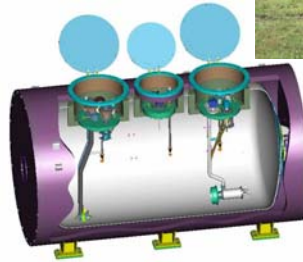
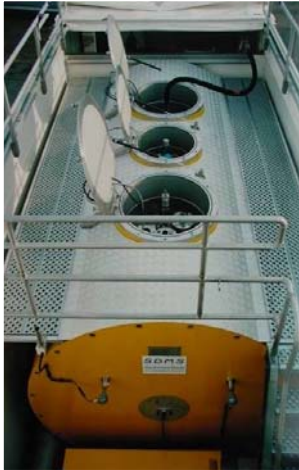
Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.32



Transports de déchets liquides : les citernes

Citerne ADR pour transport de concentrats boriques
LSA-I ou II vers CENTRACO pour traitement



Transport d'effluents liquides
citerne TN™ Ciel

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.33



Merci de votre attention.

AREVA TN

Le transport des déchets radioactifs – Journées Techniques SFRP – 1^{er} et 2 Octobre 2013 – UIC Paris-

p.34

