La réglementation relative au transport de substances radioactives

Sophie STRAWA – ASN Division de Lille

Inspecteur radioprotection

Inspecteur sûreté nucléaire (transport de substances radioactives)

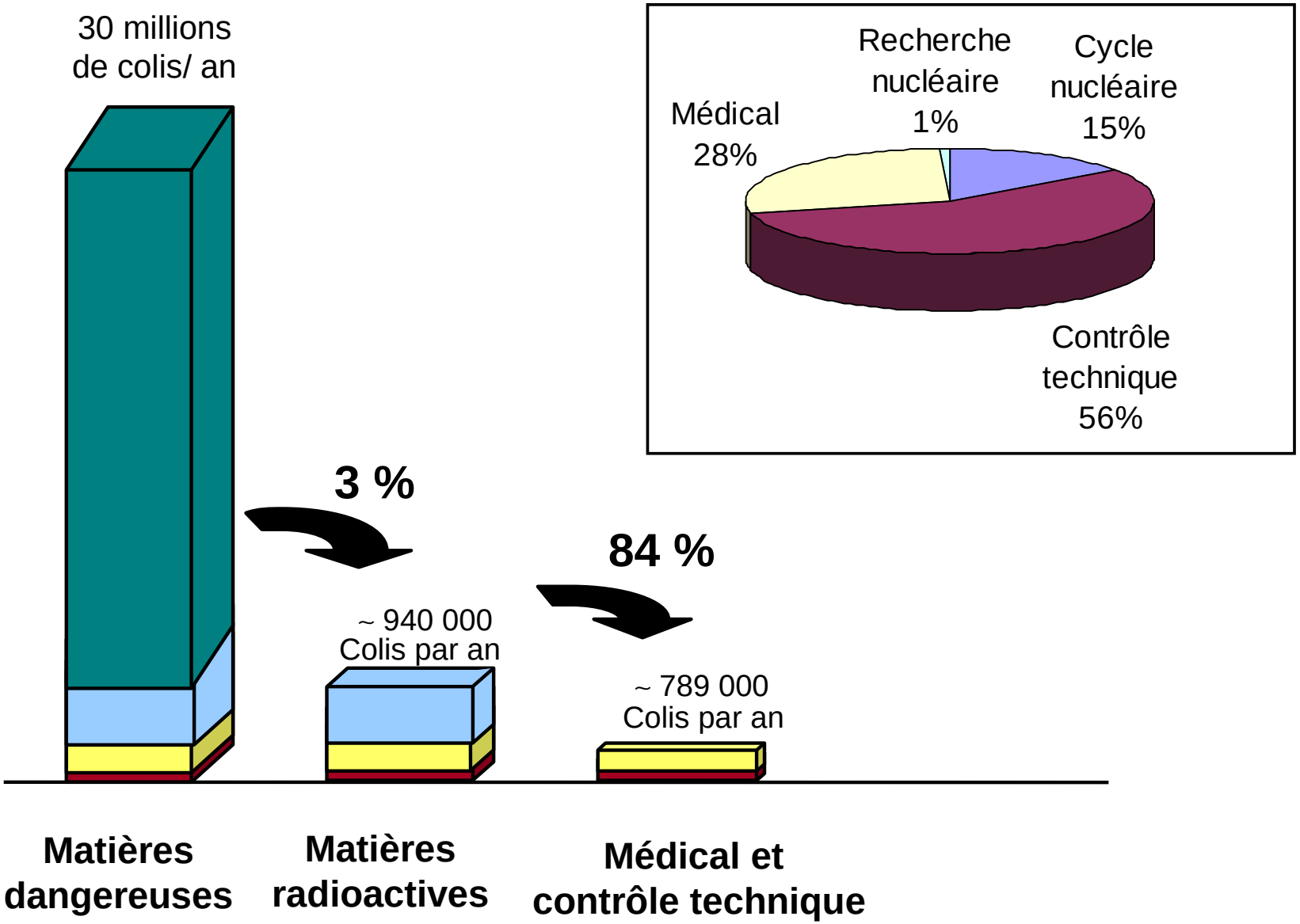
Tel : 03.20.40.43.04

Sommaire

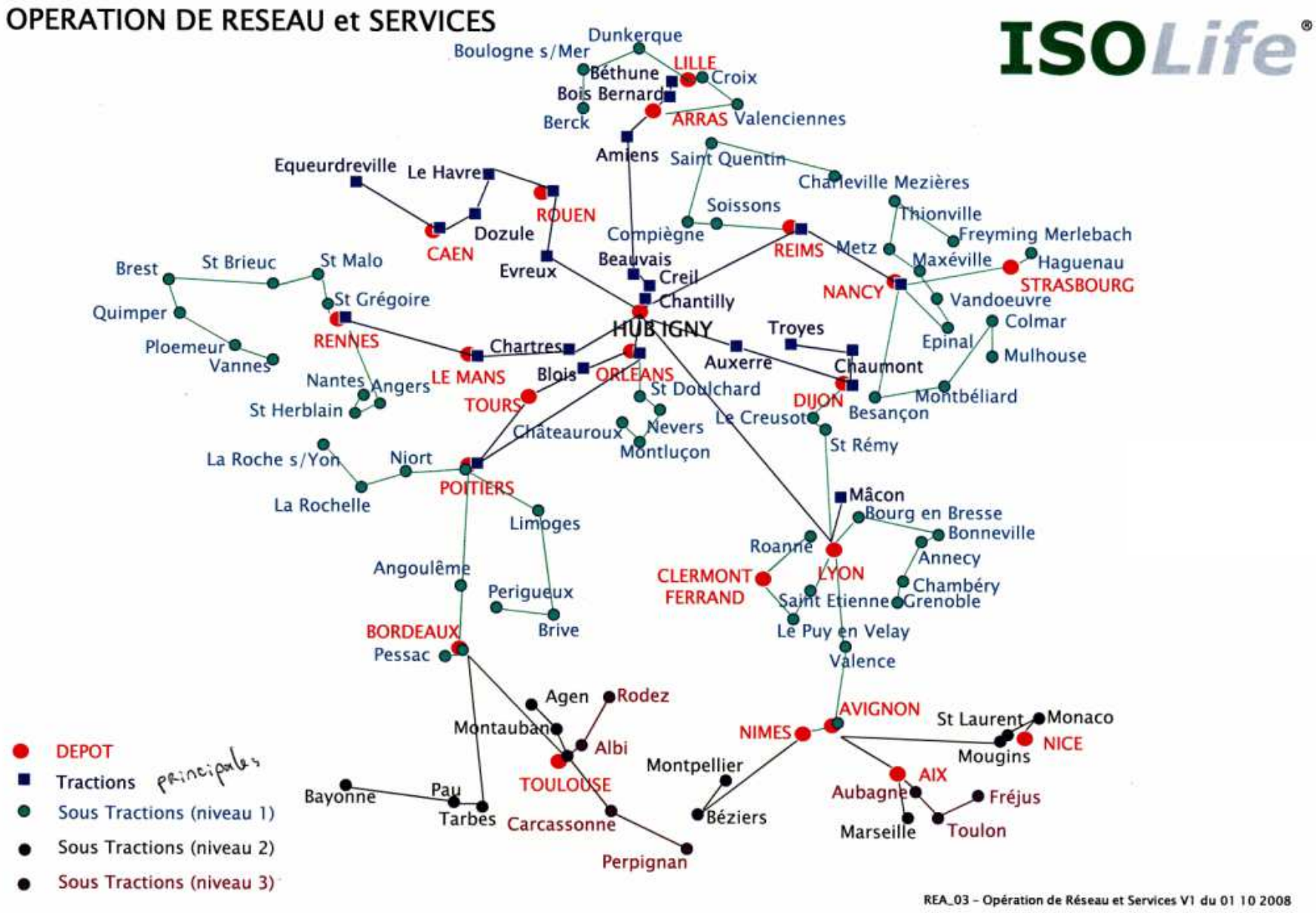
- Introduction
- Différentes réglementations
- Différents acteurs du transport
- Différents types de colis
- Les contrôles avant expédition

Introduction

Flux annuel des matières radioactives en France

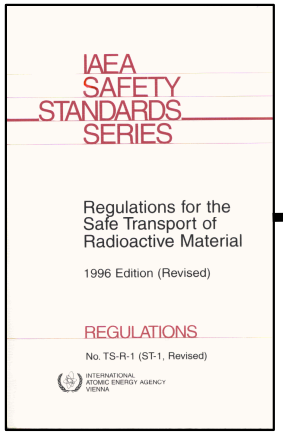


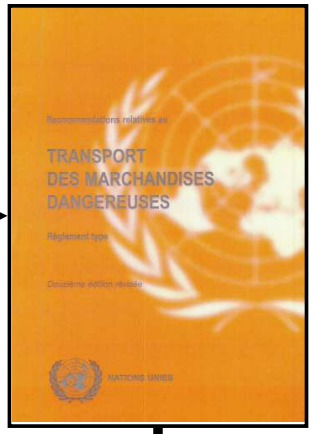
Flux de transport de matières radioactives



Différentes réglementations

Différentes réglementations

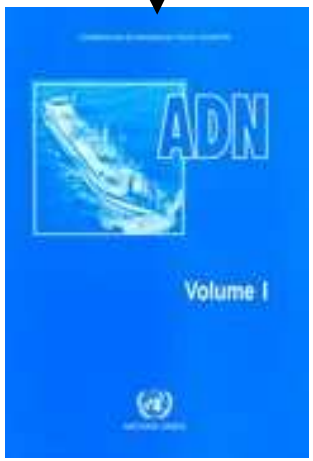




REGLEMENT

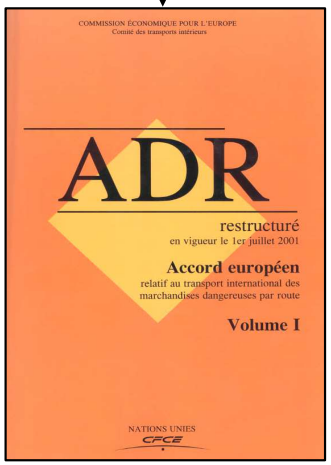
TYPE ONU

(ancien livre orange)

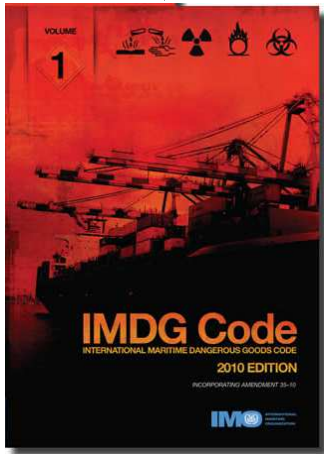


Fluvial
CEE/ONU

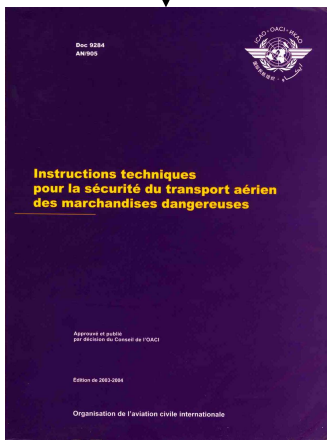
Rail
OTIF



Route
CEE/ONU



Mer
OMI



Air
OACI

Différentes réglementations

Arrêté TMD du 29 mai 2009 modifié

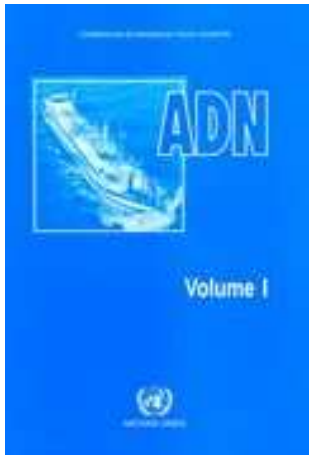
Arrêté RSN du 23 nov. 1987 modifié

EU OPS-1

CE N°859/2008 du 20 août 2008

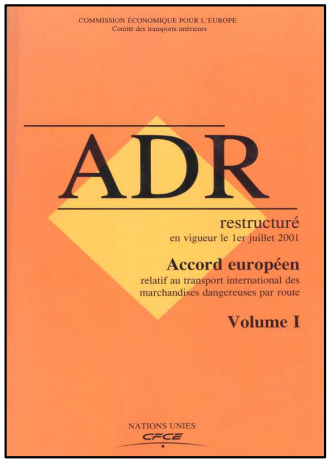
+

instruction du 26 juin 2008

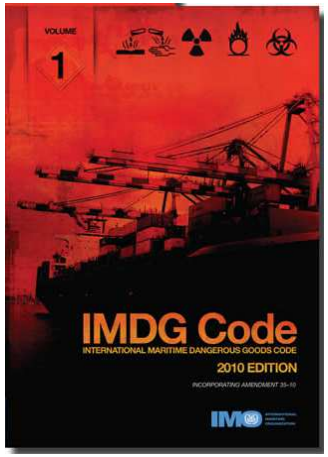


Fluvial
CEE/ONU

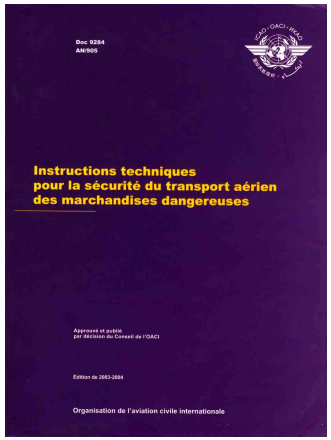
Rail
OTIF



Route
CEE/ONU



Mer
OMI



Air
OACI

Petites précisions

Envoi par la poste de matières radioactives réglementé

Personne ne dispose de l'autorisation à ce jour

2 ou 3 roues = moyen de transport autorisé UNIQUEMENT pour les transports pour compte propre d'appareils en colis exceptés (UN2911) Ex : analyseurs de plomb

Interdiction de transporter des colis contenant des matières radioactives dans les transports en commun

Rien ne réglemente le transport à pied

Arrêté ADR : art.1 et art.21

Différents acteurs du transport

Différents acteurs du transport

- l'**expéditeur:** responsable de la sûreté du colis et de la vérification avant départ sur le moyen de transport
- le **transporteur**: responsable de l'acheminement
- le **destinataire**: responsable de vérifications à réception

Contrat de transport (ou à défaut contrat type) = décrit les responsabilités de chacun

- le **conseiller à la sécurité des transports**

Obligations des intervenants ADR 1.4 et annexe I point 2.1 (arrêté TMD)

Expéditeur – préparation du colis

délégation possible à d'autres intervenants mais l'expéditeur reste responsable

1. Définir les paramètres de la matière, la valeur de A_1 ou A_2
2. Vérifier la conformité du colis
3. Codifier la marchandise selon la réglementation
4. Mesurer la contamination externe du colis
5. Mesurer les débits de dose et apposer les étiquettes
6. Établir la déclaration d'expédition (DEMR)

Responsable de l'établissement - chargement

S'assurer que les dispositions suivantes sont respectées :

1. DEMR et consignes de sécurité dans le véhicule
2. Conducteur titulaire d'une attestation de formation en cours de validité
3. Placardage et signalisation orange du véhicule

Responsable du chargement – expédition

Employé de l'établissement chargeur ou conducteur selon le contrat

S'assurer que les colis sont correctement chargés et arrimés

Obligations des intervenants

Protocole de sécurité – code du travail R.4515-1 à R.4515-11

Les opérations de chargement ou de déchargement, font l'objet d'un document écrit, dit « protocole de sécurité», remplaçant le plan de prévention qui contient :

Pour l'entreprise d'accueil :

- Consignes de sécurité (en particulier concernant chargement/déchargement)
- Lieu de livraison, modalités d'accès et de stationnement accompagnés d'un plan et des consignes de circulation
- Matériel utilisés pour le chargement/déchargement
- Moyens de secours en cas d'incident/accident
- Identité du responsable désigné

Pour le transporteur :

- Caractéristiques du véhicule, son aménagement et ses équipements
- Nature et conditionnement de la marchandise
- Précautions et sujétions particulières résultant des substances transportées

Conseiller à la sécurité des transports

QUELQUES UNES DE SES MISSIONS :
- assurer la veille réglementaire
- examiner le respect des prescriptions réglementaires
- conseiller l'entreprise
- rédiger le rapport annuel (selon guide, arr. TMD art.6)
- vérifier les formations des employés
- rédiger les procédures d'urgence
- proposer des axes d'amélioration
- rédiger les rapports d'incident ou d'accident

- Habilité pour la classe 7 et le(s) mode(s) utilisé(s)
- Peut être extérieur à l'entreprise
- Dispose de suffisamment de temps pour assurer sa fonction

Conseiller à la sécurité des transports

OBLIGATOIRE A PARTIR DU MOMENT OU IL Y A REALISATION D'UNE OPERATION DE TRANSPORT TERRESTRE (§ 1.8.3 ADR) :

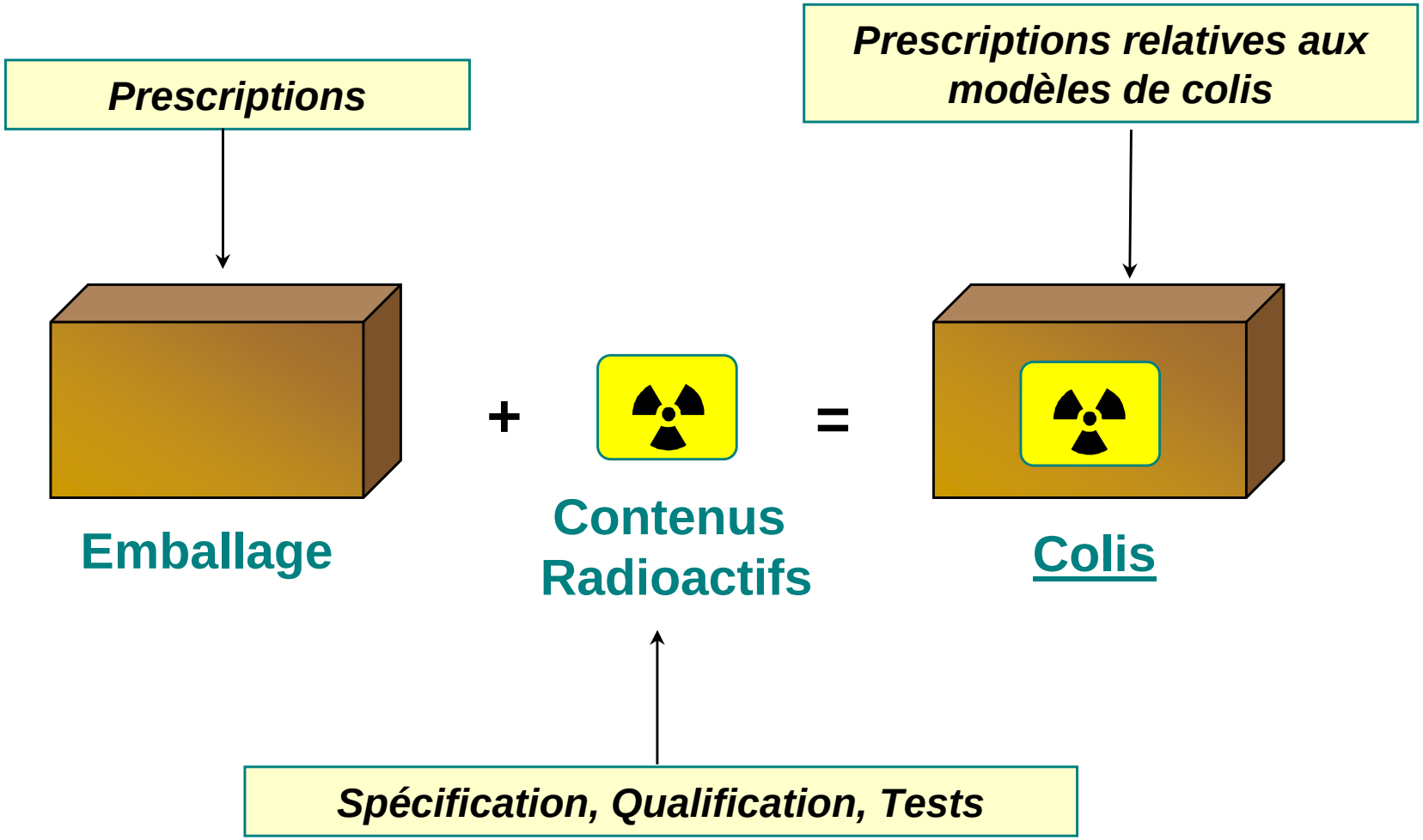
- Opérations de préparation, de chargement, d'acheminement, de déchargement
- Concerne les expéditeurs, les transporteurs et les destinataires

SAUF (Arrêté TMD, art. 6)

- pour le transport de colis exceptés
- pour le chargement occasionnel (2 opérations/an maximum)
- pour le chargement des déchets collectés par l'ANDRA en colis industriel
- pour les opérations de déchargement uniquement
- **pour les chargement/déchargement dans les établissement de santé des colis de type A et de type B si le fournisseur dispose d'un CST interne à sa société**

Différents types de colis

Colis = emballage + contenu



Contenu radioactif = matière radioactive

exposition des intervenants à 1m de la matière nue en 30 min (scénario plausible en cas de ruine complète d'un colis)

< 50 mSv

acceptable

> 50 mSv

inacceptable

- **+**

Acontenu < A_2 ou A_1

Acontenu > A_2 ou A_1

activité du contenu comparée
à un **seuil de risque équivalent**
(=A_2 ou A_1)

Défini par rapport aux risques d'exposition interne et externe (irradiation, inhalation, ingestion, contamination)

Pour un radionucléide ou pour un mélange

Colis = emballage + Contenu radioactif

Acontenu < A_2 ou A_1

Acontenu > A_2 ou A_1

\- +

Colis **non** soumis à agrément

- Colis exceptés (type exceptés)
- Colis industriel de type 1 (type IP-1)
- Colis industriel de type 2 (type IP-2)
- Colis industriel de type 3 (type IP-3)
- Colis de type A

Colis soumis à agrément

- Colis de type B(U)
- Colis de type B(M)

Les colis contenant des matière fissiles ou de l'hexafluorure d'uranium sont soumis à des prescriptions supplémentaires.

Colis – domaine médical

Colis de type excepté

Colis de type A

3. Colis = emballage + Contenu radioactif

Exemple I 125 liquide

Trousse de diagnostic

1,72 MBq

Colis PRHS-125

16 GBq

-

+

Colis exceptés

Colis de type A

1 MBq

(exemption)

10^{-4} A_2 = 300 MBq

A_2= 3 TBq

Colis de type B

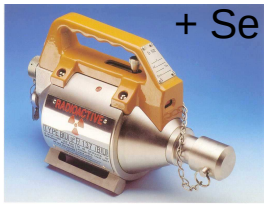
Colis de combustibles irradiés

Curiethérapie

Gammagraphe

Colis = emballage + contenu

Activité de référence à laquelle l'activité du contenu est comparée (= **A1** pour matière sous forme spéciale)



-

+

Gammadensimètre

Deux principales sources possibles :

- une Am^{241} à environ 1500 MBq
  $A_1(Am^{241})$ = 10 TBq
  ⇨ $1{,}5^{E-4}A_1$
- une de Cs^{137} à environ 300MBq
  $A_1(Cs^{137})$ =2TBq
  ⇨ $1{,}5^{E-4}A_1$

Colis de type A

Gammagraphes

Deux principales sources possibles :

- une Co^{60} d'activité < 2,96 TBq
  $A_1(Co^{60})$ = 0.4 TBq
  ⇨ $7{,}4A_1$
- une de Ir^{192} d'activité < 4,44 TBq
  $A_1(Ir^{192})$ =1 TBq
  ⇨ $4{,}44A_1$

Colis de type B

Les contrôles avant expédition

Numéro ONU et désignation officielle ADR tableau 2.2.7.2.1.1

A un colis (emballage + contenu) est associé :

- **un numéro ONU et une désignation officielle de transport**

Colis exceptés

N° ONU	Désignation officielle de transport
UN 2910	MATIERES RADIOACTIVES, QUANTITES LIMITEES EN COLIS EXCEPTES
UN 2911	MATIERES RADIOACTIVES, APPAREILS ou OBJETS EN COLIS EXCEPTES
UN 2908	MATIERES RADIOACTIVES, EMBALLAGES VIDES COMME COLIS EXCEPTES

Colis de type A

UN 2915	MATIERES RADIOACTIVES EN COLIS DE TYPE A
UN 3332	MATIERES RADIOACTIVES EN COLIS DE TYPE A SOUS FORME SPECIALE

Colis de type B

UN 2916	MATIERES RADIOACTIVES EN COLIS DE TYPE B(U)
UN 2917	MATIERES RADIOACTIVES EN COLIS DE TYPE B(M)

Numéro ONU et désignation officielle

N° DE DANGER

N° ONU

DECLARATION D'EXPEDITION DE MATIERES RADIOACTIVES

N° DTLE :	N° de dossier : SPR-GRAD - 32

Transport en colis de type A

2982, Matières radioactives, n.s.a., en colis de type A, 7, fiche 9, ADR (ou RID)

Désignation de la matière : ONU-ADR-RID RID - Marginal 704 fiches 1 à 12. ADR (Arrêté du 5 décembre 1996) - Marginal 2704 fiches 1 à 12.

Expéditeur	Destinataire
	N° CIREA :
Nom : CYCLOTRON BIOMEDICAL	Nom : M. LE PR DURAND
Société/Service :	Société/Service : HOPITAL TENON
Adresse : BD HENRI BECQUEREL	Adresse : 4 RUE DE LA CHINE
Ville : CAEN	Ville : PARIS
Tel. : 02 10 33 52 28 CP : 14074	Tel. : 0145623789 CP : 75970

Départ	Arrivée
Date prévue : 13/08/1999	Date prévue : 13/08/1999
Lieu : CAEN	Lieu : PARIS

Emballage	Contenu(s)
Type : A	Description : fluor 18
Numéro : -	Activité totale : 2.00E-03 TBq

Radioélément(s)	Forme non spéciale
F18(2.0E-03) en TBq.	

Description de l'état physique et chimique de la matière :	Expédition en usage exclusif	Catégorie du (ou des) colis :	
	OUI	NON X	I BLANC / II JAUNE X / III JAUNE
En solution liquide			Indice de transport 0,7

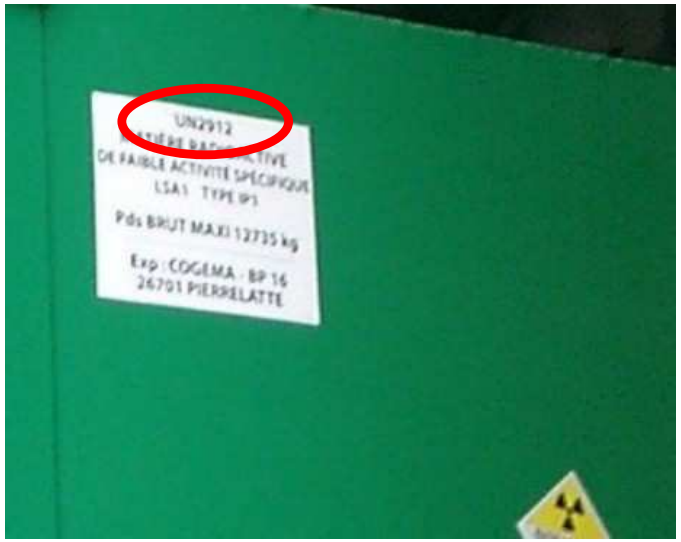
La nature de la marchandise et le (ou les) emballage(s) sont conformes aux prescriptions de l'ADR et du RID.

Fait à CAEN Le 15/01/97 Signature Andrée

Nom et qualité du signataire : pierre ANDRE Technicien de Laboratoire

RAPPEL DES DISPOSITIONS COMMUNES DES FICHES 5 à 12: (ADR Marg. 2703,RID Marg. 703)
Intensité maximale du rayonnement au contact du colis : 2 mSv/h(200 mrem/h) et 0,1 mSv/h(10 mrem/h) à 1 m du colis.
Limites de contamination externe non fixée du colis : Béta/gamma/alpha faible toxicité : 4 Bq/cm²; tous les autres alpha : 0,4 Bq/cm²,

CEA ©TransporaD - Ver 2 Editée le 13/08/97



Contamination non fixée sur la surface externe

Maintenue le plus bas possible et inférieure à :

- **4 Bq/cm² pour les ß, γ, α de faible toxicité**
- **0,4 Bq/cm² pour les autres α**

Limites moyennes applicables pour toute aire de 300 cm² de toute partie de la surface

Intensité de rayonnement maximale en tout point de la surface externe du colis

- **Cas général** → **2 mSv/h au contact**
  0.1mSv/h à 1m

Colis exceptés → **0.005 mSv/h au contact**

- **Sous utilisation exclusive*** → **10 mSv/h au contact du colis**

***UTILISATION EXCLUSIVE** = utilisation par un seul expéditeur d'un moyen de transport pour laquelle toutes les opérations initiales, intermédiaires et finales de chargement et de déchargement se font conformément aux instructions de l'expéditeur ou du destinataire*

Calcul et limite de l'indice de transport (TI)

- TI_{colis} = 100 x intensité de rayonnement max. à 1 mètre (mSv/h)

- $TI_{suremballage\ ou\ conteneur} = \Sigma\ TI_{colis}$

  ou 100 x intensité de rayonnement max. à 1 mètre (mSv/h)

- **Limitation $TI_{colis} < 10$**

Sauf en utilisation exclusive

Marquage et étiquetage

Risque présenté par une expédition clairement communiqué pour :

- **Protéger les travailleurs contre les rayonnements ionisants à tout moment**
- **Informer les équipes de secours en cas d'accident**

SIGNALISATION réalisée par :

- **marquage des colis**
- **étiquetage des colis**

Etiquetage

- **Type d'étiquettes**
  - dépend de l'intensité de rayonnement du colis
  - déterminé à partir de la catégorie du colis (ddd au contact et TI)
  - étiquette pour matières fissiles

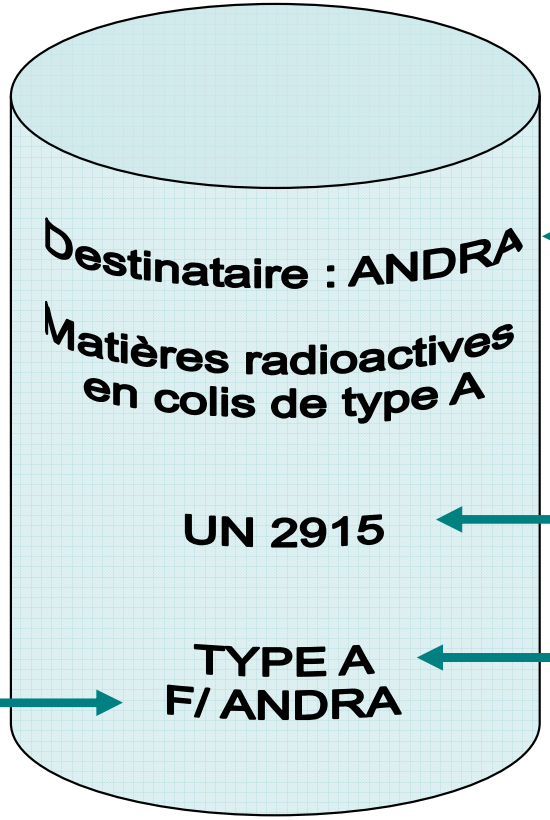
- **Applicables aux colis et suremballages…**

Exemption pour les colis exceptés

Etiquetage

DEBIT DE DOSE AU CONTACT	TI	CATEGORIE
surface externe du colis **D ≤ 0.005 mSv/h**	TI = 0	**I-BLANCHE**
surface externe du colis **0.005 < D ≤ 0.5 mSv/h**	TI ≤ 1 débit de dose à 1 m : < 0.01 mSv/h	**II-JAUNE**
surface externe du colis **0.5 < D ≤ 2 mSv/h**	1< TI ≤ 10 débit de dose à 1 m : **< 0.1 mSv/h**	**III-JAUNE**
surface externe du colis **2 < D ≤ 10 mSv/h**	10< TI	**III-JAUNE**

Marquage



Désignation officielle *

Nom et adresse de l'expéditeur et/ou du destinataire

N° ONU

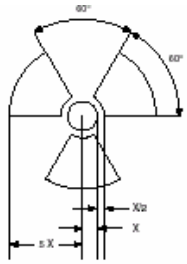
Identification du colis (Type A, Type B(U),…) *

VRI + fabricant *

* Sauf pour les colis exceptés

Et aussi :

- Masse brute (si > 50kg)
- Numéro de série propre à l'emballage conforme au modèle agréé
- Pour les colis de type B, un trèfle
- Marquage pour les suremballages
- Cote du certificat d'agrément



Marquage

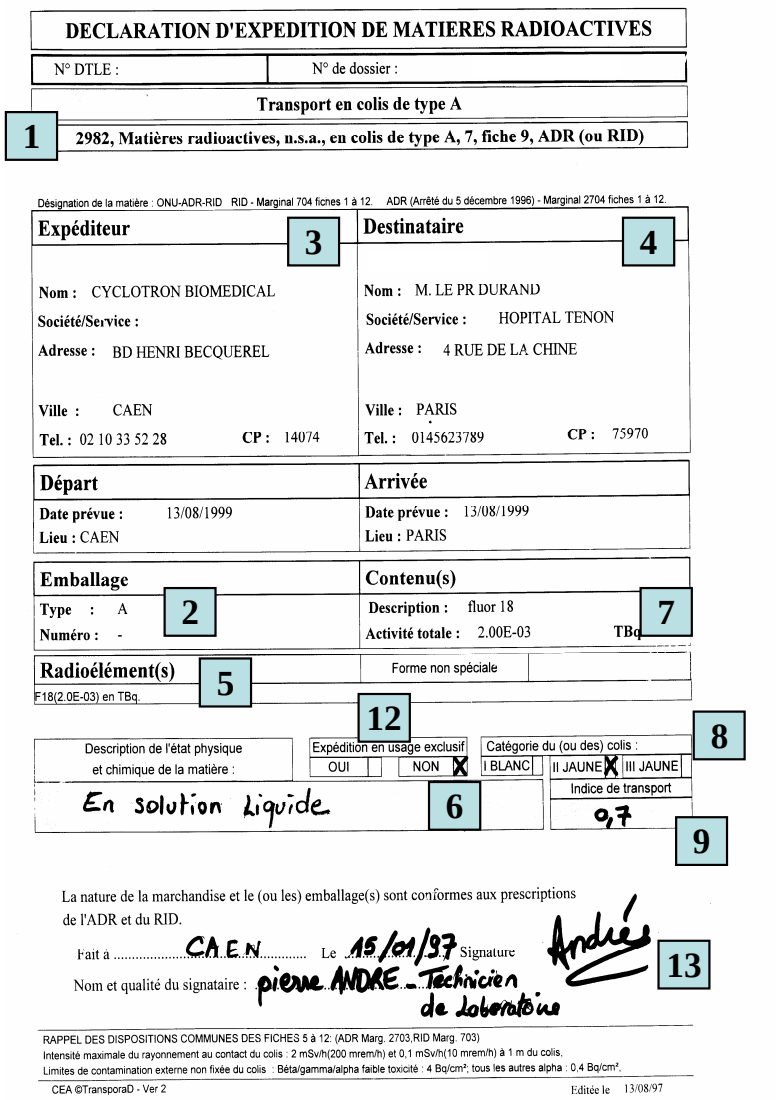
RADIOACTIVE
TYPE B(U) n° F/ 137 /B(U)

USA DOT 7A
TYPE A
RADIOACTIVE MATERIAL
TYPE A PACKAGE
SPECIAL FORM, NON FISSILE
UN 3332

UN2912
MATIÈRE RADIOACTIVE
DE FAIBLE ACTIVITÉ SPÉCIFIQUE
LSA1 TYPE IP1
Pds BRUT MAXI 12735 kg
Exp : COGEMA - BP 16
26701 PIERRELATTE

"TYPE IP-3"
ANDRA
Centre de Regroupement Nord
CEA/SACLAY
91191 Gif-Yvette cedex
"UN 2912"
Matières radioactives de faible activité spécifique (LSA-I)
E Z G
ANDRA
161988
LA
RADIOACTIVE I
7
8

« Déclaration d'expédition »



DECLARATION D'EXPEDITION DE MATIERES RADIOACTIVES

N° DTLE : | N° de dossier :

Transport en colis de type A

1 2982, Matières radioactives, n.s.a., en colis de type A, 7, fiche 9, ADR (ou RID)

Désignation de la matière : ONU-ADR-RID RID - Marginal 704 fiches 1 à 12. ADR (Arrêté du 5 décembre 1996) - Marginal 2704 fiches 1 à 12.

Expéditeur (3)	Destinataire (4)
Nom : CYCLOTRON BIOMEDICAL	Nom : M. LE PR DURAND
Société/Service :	Société/Service : HOPITAL TENON
Adresse : BD HENRI BECQUEREL	Adresse : 4 RUE DE LA CHINE
Ville : CAEN	Ville : PARIS
Tel. : 02 10 33 52 28 CP : 14074	Tel. : 0145623789 CP : 75970

Départ	Arrivée
Date prévue : 13/08/1999	Date prévue : 13/08/1999
Lieu : CAEN	Lieu : PARIS

Emballage	Contenu(s)
Type : A (2)	Description : fluor 18 (7)
Numéro : -	Activité totale : 2.00E-03 TBq

Radioélément(s) (5) F18(2.0E-03) en TBq. | Forme non spéciale

Description de l'état physique et chimique de la matière : En solution Liquide (6)

Expédition en usage exclusif (12) : OUI [ ] NON [X]

Catégorie du (ou des) colis : I BLANC [ ] II JAUNE [X] III JAUNE [ ] (8)

Indice de transport : 0,7 (9)

La nature de la marchandise et le (ou les) emballage(s) sont conformes aux prescriptions de l'ADR et du RID.

Fait à CAEN Le 15/01/97 Signature (13)

Nom et qualité du signataire : pierre ANDRE Technicien de Laboratoire

RAPPEL DES DISPOSITIONS COMMUNES DES FICHES 5 à 12: (ADR Marg. 2703,RID Marg. 703)
Intensité maximale du rayonnement au contact du colis : 2 mSv/h(200 mrem/h) et 0,1 mSv/h(10 mrem/h) à 1 m du colis,
Limites de contamination externe non fixée du colis : Béta/gamma/alpha faible toxicité : 4 Bq/cm², tous les autres alpha : 0,4 Bq/cm².

CEA ©TransporaD - Ver 2 Editée le 13/08/97

Pour les colis exceptés
Uniquement 1, 3 et 4

1. Numéro UN, désignation officielle de transport, classe 7
2. Nombre et description des colis
3. Nom et l'adresse de l'expéditeur
4. Nom et l'adresse du destinataire
5. Noms ou symboles des produits radioactifs
6. État physique et chimique de la matière ou indication « forme spéciale »
7. Activité maximale du contenu
8. Catégorie des colis (I-Blanche, II-Jaune, III-Jaune)
9. Indice de transport
10. *Indice de sûreté-criticité (n.a.)**
11. Cote des certificats d'agrément *
12. Expédition sous utilisation exclusive *
13. Engagement signé de l'expéditeur

* Si nécessaire

Véhicule de transport

Ex d'arrimage

+ documents de transport, consignes de sécurité, attestation conducteur

+ arrimage/calage

Ex de placardage
et de signalisation orange

Merci de votre attention

Autres éléments…
pour en savoir un peu plus….

Classification des matières et des colis

1. Matières exclues et exemptées
2. Q-Système – matières radioactives
3. Colis = Emballage + Contenu
4. Exigences de conception

retour

1. Matières exclues et exemptées

1. Matières exclues

- Matières radioactives faisant partie intégrante du moyen de transport
- Matières radioactives déplacées à l'intérieur d'un établissement
- Matières radioactives implantées dans l'organisme d'une personne ou d'animaux vivants
- Matières radioactives contenues dans des produits de consommation agréés par les autorités compétentes, après leur vente à l'utilisateur final
- Matières naturelles et minerais contenant des radionucléides naturels qui ne sont pas destinés à être traités en vue de leur utilisation à condition que l'activité massique de ces matières ne dépasse pas dix fois les valeurs d'exemption
- Objets solides non radioactifs pour lesquels les quantités de matières radioactives présentes sur une surface ne dépassent pas la limite de contamination

1. Matières exemptées

- Activité spécifique < seuil ou activité envoi < seuil

Des valeurs d'exemption spécifiques pour chaque radionucléide ont été adoptées sur la base d'évaluations induisant une dose ~10 µSv par an.

La limite d'exemption est exprimée soit en activité totale (Bq) par envoi, soit en activité spécifique de la matière (Bq/g).

Exemple des cas pour un envoi de matières comportant uniquement de l'Américium 241

		Activité massique (Am241)	
		≤ 1 Bq/g	**> 1 Bq/g**
Activité de l'envoi (Am241)	≤ 10^4 Bq	Matière exemptée	Matière exemptée
	> 10^4 Bq	Matière exemptée	**Matière radioactive**

1. Matières exclues et matières exemptées

Ces **matières ne sont pas soumises** à la réglementation du transport des marchandises dangereuses

Matières exclues ou exemptées :

peuvent être transportées non emballées (vrac) ou dans n'importe quel type de colis

Par exemple :

Les transferts de matières radioactives à l'intérieur du périmètre INB ne sont pas soumis à l'ADR

2. Q-Système – matières radioactives

2. Contenu radioactif = matière radioactive

exposition des intervenants à 1m de la matière nue en 30 min (scénario plausible en cas de ruine complète d'un colis)

< 50 mSv

acceptable

> 50 mSv

inacceptable

- **+**

Acontenu < A_2 ou A_1

Acontenu > A_2 ou A_1

activité du contenu comparée
à un **seuil de risque équivalent**
(=A_2 ou A_1)

Pour un radionucléide ou pour un mélange

2. Le Q-Système

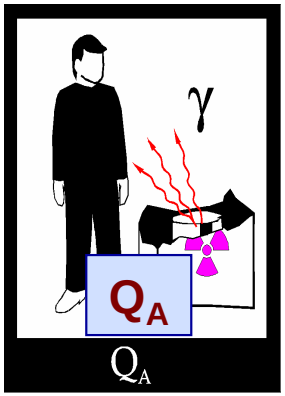
On définit des seuils de risque équivalent, quelque soit le radionucléide, exprimés en termes d'activités (unités en becquerels) appelés **A_1 et A_2**.

A_1 : activité d'un radionucléide sous forme non aisément dispersable on dit aussi ***sous forme spéciale***

A_2 : activité d'un radionucléide sous forme dispersable (liquide, gaz, poudre…) on dit aussi ***sous forme non spéciale***

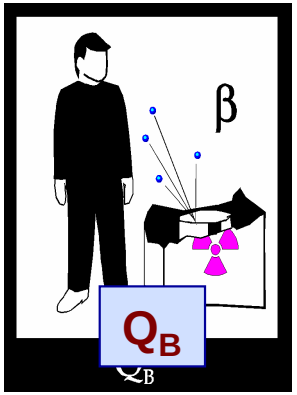
Seuil = Défini par rapport aux risques d'exposition interne et externe (irradiation, inhalation, ingestion, contamination)

2. Le Q-Système : 5 voies d'exposition accidentelle



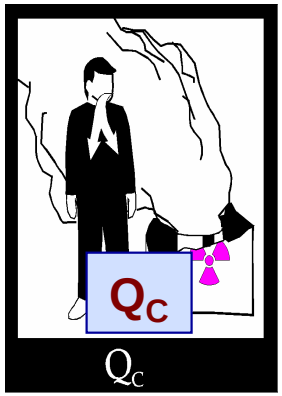
Dose externe due aux photons

- Protection radiologique perdue
- Exposition de 30 min à 1 m
- intensité ≤100 mSv/h à 1 m



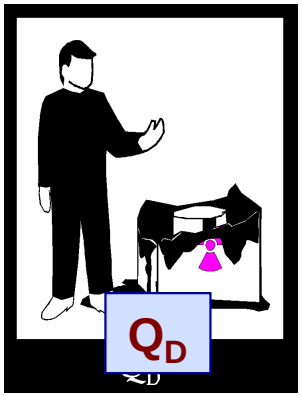
Dose externe Bêta

- Protection radiologique perdue
- présence de débris résiduels



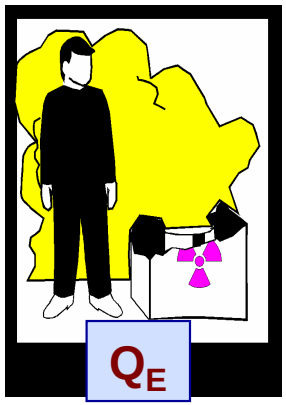
Dose interne / inhalation

- Fraction libérée: 10^{-3} – 10^{-2}
- Fraction inhalée: 10^{-4} – 10^{-3}



Dose peau et Ingestion après transfert de contamination

- 1% du contenu uniformément répandu sur 1m²
- Contamination surfacique des mains égale à 10% de la contamination surfacique du contenu uniformément répandu
- Décontamination des mains seulement au bout de 5 heures
- Ingestion de la contamination de 10 cm² de peau en 24 heures



Dose par immersion

- Les isotopes gazeux ne sont pas incorporés dans l'organisme
- libération de 100% du contenu dans un local de 300 m³; 4 renouvellements d'air par heure

A1 & A2 pour 400 isotopes
A1= min (Q_A, Q_B)
A2= min (Q_A, Q_B, Q_C, Q_D, Q_E)

2. Le Q-Système

Exemples de valeurs A1 et A2

Isotope	A1 (TBq)	A2 (TBq)	Masse de A2 (mg d'isotope pur)
cobalt 60	0,4	0,4	10
césium 137	2	0,6	187
plutonium 239 plutonium de retraitement*	10	0,001 0,018	435 43
uranium naturel	illimité	illimité	illimité

*** Pu238(1.5%), Pu239(55.1%), Pu240(24.3%), Pu241(13.25%), Pu242(4.85%), Am241(1.0%)**

3. Colis = emballage + contenu

Contenu radioactif = matière radioactive

exposition des intervenants à 1m de la matière nue en 30 min (scénario plausible en cas de ruine complète d'un colis)

< 50 mSv

acceptable

> 50 mSv

inacceptable

- **+**

Acontenu < A_2 ou A_1

Acontenu > A_2 ou A_1

activité du contenu comparée
à un **seuil de risque équivalent**
(=A_2 ou A_1)

Pour un radionucléide ou pour un mélange

3. Colis = emballage + Contenu radioactif

Acontenu < A_2 ou A_1

Acontenu > A_2 ou A_1

\- +

Colis **non** soumis à agrément

- Colis exceptés (type exceptés)
- Colis industriel de type 1 (type IP-1)
- Colis industriel de type 2 (type IP-2)
- Colis industriel de type 3 (type IP-3)
- Colis de type A

Colis soumis à agrément

- Colis de type B(U)
- Colis de type B(M)

Les colis contenant des matière fissiles ou de l'hexafluorure d'uranium sont soumis à des prescriptions supplémentaires.

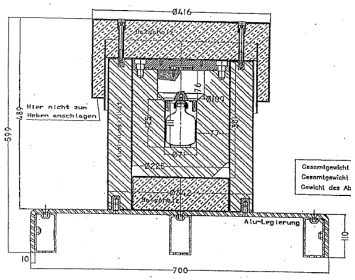
3. Colis = emballage + Contenu radioactif

Exemple Mo 99 (Tc99m)

Colis **Elumatic :**

0,184 TBq max

liquide



Colis **GANU :**

81,4 TBq max

Liquide

D/2096/B(U)-96

-

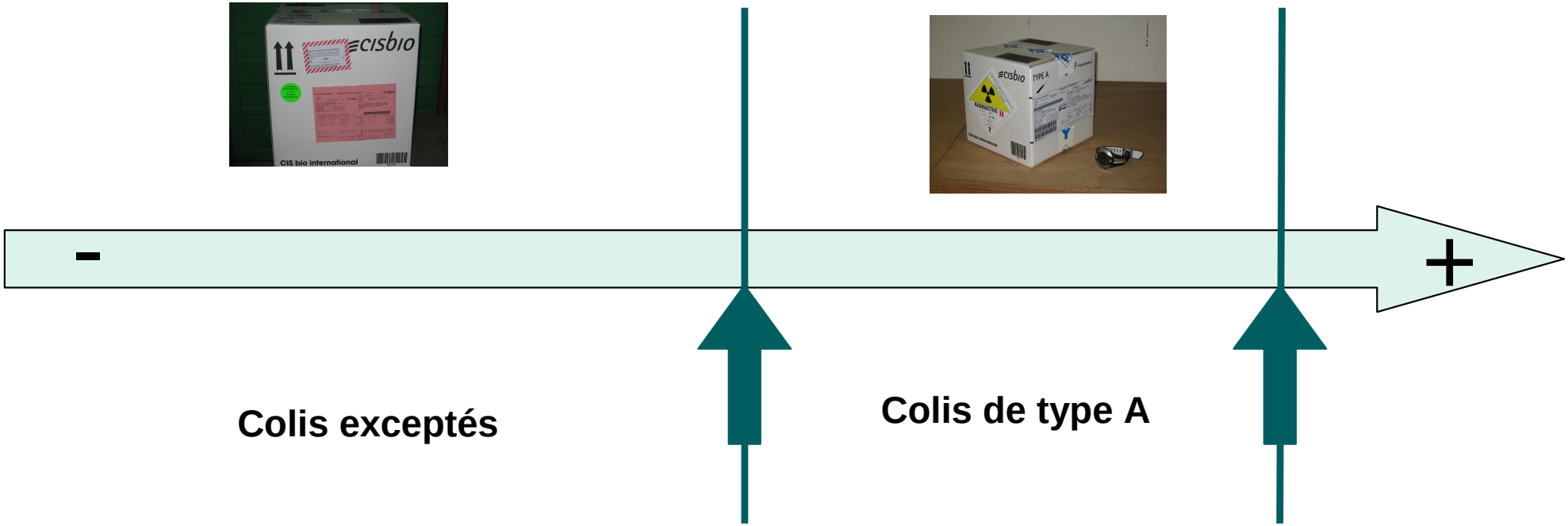
+

Colis de type A

Colis de type B

$A_2 = 0,6$ TBq

3. Colis = emballage + Contenu radioactif



10^{-4} A_2 pour les liquides

10^{-3} A_2 pour les solides

Autres dispositions pour les appareils et les gaz

3. Colis = emballage + Contenu radioactif

Exemple I 125 liquide

Trousse de diagnostic

1,72 MBq

Colis PRHS-125

16 GBq

-

+

Colis exceptés

Colis de type A

1 MBq

(exemption)

10^{-4} A_2 = 300 MBq

A_2= 3 TBq

3. Colis = Emballage + Contenu radioactif

Autres colis possibles lorsque la matière est conforme aux critères définissant :

une faible activité spécifique (**LSA**) ou lorsqu'il s'agit de matières contaminées (**SCO**)

(Activité massique en Bq/g ou contamination fixée et non fixée sont alors analysées)

Quantité doit être limitée de telle sorte que l'intensité de rayonnement externe à 3 m de la matière, de l'objet ou de l'ensemble d'objets non protégé ne dépasse pas 10 mSv/h.

Colis industriel de type **IP-1, IP-2 ou IP-3**

3. Colis = Emballage + Contenu radioactif

Exemples de matières LSA

- Minerais d'U et Th et leurs concentrés
- Isotopes ayant un A_1 ou A_2 illimité
- Déchets technologiques (boues, résines, composants activés, etc.)
- Solutions acqueuses tritiées
- Matière faiblement radioactive distribuée de manière homogène à l'intérieure d'une matrice

Exemples d'objets SCO

- Composés non activés
- Outils et équipements de maintenance
- Boîte à gants et son contenu
- Vêtements de protection

3. Colis = Emballage + Contenu radioactif

Colis soumis à agrément *

seuil (Bq) | xA_2 ou xA_1 (Bq) | A_2 ou A_1 (Bq)

Matière exemptée

Colis excepté

Colis de type A

Colis de type B

\- Activité du contenu (Bq) +

A_{envoi} < seuil (Bq)

$A_{contenu}$ < seuil (Bq/g)

Si matière LSA ou SCO :

activité massique en Bq/g analysée

ou contamination fixée et non fixée

Colis de type industriel

* Concerne également les colis contenant des matières fissiles et les colis contenant plus de 100g d'UF6

4. Critères de conception

4. Critères de conception

Trois degrés de sévérité
dans les transports de matières radioactives
pour définir la résistance des colis

a) Conditions de transport de routine

b) Conditions normales de transport (CNT)

c) Conditions accidentelles de transport (CAT)

4. Critères de conception

Pas d'incidents

Résiste aux vibrations et aux accélérations durant le transport

Conditions de transport de routine

Incidents mineurs

Résiste aux chocs et chutes lors de la manutention

Conditions normales de transport - CNT

Accident

Résiste à un accident

Conditions accidentelles de transport - CAT

-

+

Colis non soumis à agrément

A_2

Colis soumis à agrément

4. Conception des colis

Performance	ROUTINE	NORMALES	ACCIDENT
Colis excepté	**oui**	**-**	**-**
Colis industriel	**oui**	**-/oui**	**-**
Colis de type A	**oui**	**oui**	**-**
Colis de type B	**oui**	**oui**	**oui**
Colis fissile	**oui**	**oui**	**oui**
Colis d'UF6	**oui**	**oui**	**feu**

4. Critères de conception

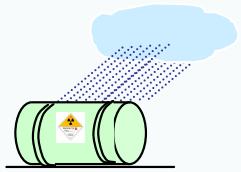
CTR

Transport de routine

vibrations, accélérations rencontrées au cours du transport → Tous types de colis

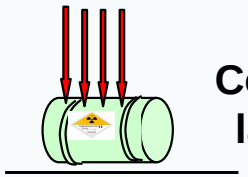
CNT

Conditions normales de Transport



Aspersion

précipitation 5cm/h pendant 1 h



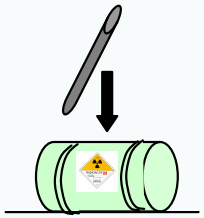
Gerbage

Compression 5 fois la masse du colis pendant 24h

Colis IP-2

Chute libre

sur surface indéformable hauteur max. 1,20 m suivant masse du colis



Pénétration

par chute d'une barre standard d 'une hauteur de 1 m

Colis type A, IP-3

→ **absence de perte de matière et dégradation de la protection radiologique < 20%**

CAT

Conditions accidentelles de Transport

Chute de 9m, sur poinçon, feu, immersion → Type B, matière fissile

4. Conception des colis

COLIS DE TYPE B(U) OU B(M)

Chute de 9 m

Chute de 1m sur poinçon

Incendie 800° C de 30 min

Immersion à 15 m pendant 8 h pour les colis B(U) et B(M)
Épreuve poussée à 200 m pendant 1 h pour A>10^5 A2

Fonction de sûreté	Critères de conception
Confinement	10^{-6} A_2/h en CNT A_2/semaine en CAT
Radio protection	10mSv/h à 1m en CAT

4. Conception des colis

Colis chargés de matières fissiles

Chute de 9 m | **Chute de 1m sur poinçon** | **Incendie 800° C de 30 min**

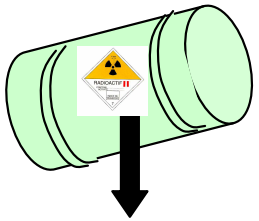
Immersion à 0,9m pendant 8 h pour les colis fissiles

Sûreté criticité :
- **sous-criticité pour un colis isolé**
- **sous-criticité de 5N colis intactes et de 2N colis accidentés pour un réseau de N colis**

4. Conception des colis

Colis chargés d'UF6

Epreuve hydraulique 1,38 Mpa minimum (voire 2,76 Mpa)



Chute sur surface indéformable hauteur 1,20 m à 0,3 m suivant la masse du colis

Incendie 800° C de 30 min

retour