

Transport des substances radioactives par route

L'envoi de substances radioactives par voie postale est désormais réservé au titulaire d'un agrément délivré par l'ASN. L'utilisation de véhicule personnel est interdite.

9.1

Définitions

Les matières radioactives constituent la classe 7 des matières dangereuses. L'arrêté dit « ADR » (Arrêté du 1^{er} juin 2001 modifié, relatif au transport de matières dangereuses par route) inclut dans son champ d'application l'ensemble des substances radioactives.

Deux seuils d'exemption sont définis :

- Un seuil par activité massique, défini pour chaque radionucléide,
- Un seuil par activité totale par envoi, défini pour chaque radionucléide.

Le fait d'être inférieur à l'un de ces deux seuils est un critère d'exemption pour l'application de l'ADR.

Tableau 8 : Valeurs seuils d'exemption pour les radioéléments les plus utilisés

Radionucléide	Activité massique pour les matières exemptées (Bq/g)	Limite d'activité pour un envoi exempté (Bq)
³ H	1.10 ⁶	1.10 ⁹
¹⁴ C	1.10 ⁴	1.10 ⁷
²² Na	1.10 ¹	1.10 ⁶
²⁴ Na	1.10 ¹	1.10 ⁵
³² P	1.10 ³	1.10 ⁵
³³ P	1.10 ⁵	1.10 ⁸
³⁵ S	1.10 ⁵	1.10 ⁸
³⁶ Cl	1.10 ⁴	1.10 ⁶
⁴⁵ Ca	1.10 ⁴	1.10 ⁷
⁵¹ Cr	1.10 ³	1.10 ⁷
⁵⁵ Fe	1.10 ⁴	1.10 ⁶
⁵⁷ Co	1.10 ²	1.10 ⁶
⁵⁹ Fe	1.10 ¹	1.10 ⁶
⁶⁰ Co	1.10 ¹	1.10 ⁵
⁶³ Ni	1.10 ⁵	1.10 ⁸
⁹⁰ Sr	1.10 ²	1.10 ⁴
⁹⁰ Y	1.10 ³	1.10 ⁵
^{99m} Tc	1.10 ²	1.10 ⁷
¹⁰⁹ Cd	1.10 ⁴	1.10 ⁶
¹²⁵ I	1.10 ³	1.10 ⁶
¹³¹ I	1.10 ²	1.10 ⁶
¹³⁷ Cs	1.10 ¹	1.10 ⁴
¹⁵² Eu	1.10 ¹	1.10 ⁶
²²⁶ Ra	1.10 ¹	1.10 ⁴
²³⁹ Pu	1.10 ⁰	1.10 ⁴
²⁴¹ Am	1.10 ⁰	1.10 ⁴
²⁵² Cf	1.10 ¹	1.10 ⁴

Valeurs seuils A₁ et A₂

La sûreté et la sécurité du transport reposent sur l'aptitude du colis à confiner la matière radioactive en cas d'accident.

Afin d'établir l'adéquation entre le risque dû au contenu et la protection apportée par le modèle de colis, des valeurs limites, baptisées A₁ et A₂, ont été déterminées.

A₁ est l'activité maximale de matières radioactives, **sous forme spéciale**, autorisée à être transportée dans un colis de type A.

A₂ est l'activité maximale de matières radioactives, **autres que celles sous forme spéciale**, autorisée dans un colis de type A (voir définition ci-dessous).

La forme spéciale caractérise des matières radioactives spécialement agréées par l'autorité de sûreté pour leur caractère de résistance à la dispersion. Il s'agit soit d'une matière radioactive solide non dispersable, soit d'une capsule scellée contenant une matière radioactive.

Colis

Il s'agit de l'emballage avec son contenu radioactif, tel qu'il est présenté pour le transport. Les différents modèles de colis sont soumis à des limites d'activité. Les normes de résistance applicables aux colis et emballages dépendent de la quantité et de la nature de la substance radioactive transportée.

Chaque type de colis doit satisfaire à des critères spécifiés en termes de prescriptions et d'épreuves. Certains font l'objet d'un agrément. Les autres, comme les colis exceptés et colis de type A, doivent être qualifiés pour le contenu transporté.

On distingue ainsi :

- colis excepté (contient seulement une fraction de A₁ ou A₂),
- colis industriel de type 1, 2 ou 3 (matières de faible activité spécifique ou objets faiblement contaminés en surface),
- colis de type A (contient une activité maximale égale à A₁ ou A₂),
- colis de type B (contient une activité qui dépasse A₁ ou A₂),
- colis de type C pour le transport aérien,
- colis de type H, matières radioactives sous arrangement spécial.

La plupart des laboratoires de recherche n'utilise, de façon courante, que des colis exceptés ou des colis de type A.

Énumération des matières

Un numéro ONU d'identification caractérise les matières ou objets.

Les principaux sont :

- 2908 Emballages vides comme colis exceptés,
- 2909 Objets manufacturés en uranium naturel, uranium appauvri, ou thorium naturel en tant que colis exceptés,
- 2910 Matières radioactives, quantités limitées en colis exceptés,
- 2911 Appareils ou objets en colis exceptés,
- 2912 Matières radioactives de faible activité spécifique (FAS-I) non fissiles ou fissiles exceptées,
- 3321 Matières radioactives de faible activité spécifique (FAS-II) non fissiles ou fissiles exceptées,
- 3322 Matières radioactives de faible activité spécifique (FAS-III) non fissiles ou fissiles exceptées,
- 2913 Objets contaminés superficiellement (OCS-I ou OCS-II) non fissiles ou fissiles exceptées,
- 2915 Matières radioactives en colis de type A, qui ne sont pas sous forme spéciale, non fissiles ou fissiles exceptées,
- 3332 Matières radioactives en colis de type A sous formes spéciales non fissiles ou fissiles exceptées,

- 2916 Matières radioactives en colis de type B(U) non fissiles ou fissiles exceptées,
- 2917 Matières radioactives en colis de type B(M) non fissiles ou fissiles exceptées
- 2977 Hexafluorure d'uranium, fissiles,
- 2978 Hexafluorure d'uranium, non fissiles ou fissiles exceptés,
- 3324 Matières radioactives de faible activité spécifique (FAS-I) fissiles,
- 3325 Matières radioactives de faible activité spécifique (FAS-II) fissiles,
- 3326 Objets contaminés superficiellement (OCS-I ou OCS-II) fissiles,
- 3327 Matières radioactives en colis de type A fissiles qui ne sont pas sous forme spéciale,
- 3333 Matières radioactives en colis de type A, sous forme spéciale, fissiles,
- 3328 Matières radioactives en colis de type B(U) fissiles,
- 3329 Matières radioactives en colis de type B(M) fissiles

9.2

Dispositions relatives aux colis exceptés et colis type A

9.2.1

Généralités

Pour chaque radioélément, les valeurs d'activités A_1 et A_2 ont été définies de façon à évaluer le risque lors du transport.

Nos laboratoires étant le plus souvent concernés par des sources sous forme « non spéciales », ce sont les valeurs A_2 que nous retiendrons.

Ainsi, à partir de cette valeur A_2 , de référence, un seuil « L » est déterminé, à partir duquel des mesures renforcées de sécurité sont exigibles pour le transport (colis de type A). En deçà, on parle de « colis excepté ». Il ne faut pas confondre un colis excepté avec un colis exempté, pour lequel la réglementation ne s'applique pas.

Le calcul de ce seuil s'effectue de la façon suivante (sauf pour ^3H) :

Pour les formes solides et les gaz : $L = 10^{-3} A_2$,

Pour les formes liquides : $L = 10^{-4} A_2$.

Cas particulier du Tritium : $L = 2 \cdot 10^{-2} A_2$

Lorsque les matières radioactives sont enfermées dans un composant ou constituent un composant d'un appareil ou d'un objet manufacturé, le calcul du seuil L défini précédemment n'est pas applicable. Des limites spécifiques par article et par colis sont alors applicables.

Pour les objets fabriqués en uranium naturel ou appauvri, ou en thorium naturel, un colis excepté peut contenir n'importe quelle quantité de ces matières, à condition que la surface extérieure de l'uranium ou du thorium soit enfermée dans une gaine inactive en métal ou autre matériau résistant.

Tableau 9 : Valeurs seuils pour les radioéléments les plus utilisés

Radioélément	Valeur de A ₂ en TBq	Activité maximale pour un envoi en «colis excepté» en Bq	
		Sous forme gaz ou gaz/solide	Sous forme liquide
³ H	40	8.10 ¹¹	4.10 ⁹
¹⁴ C	3	3.10 ⁹	3.10 ⁸
²² Na	0,5	5.10 ⁸	5.10 ⁷
²⁴ Na	0,2	2.10 ⁸	2.10 ⁷
³² P	0,5	5.10 ⁸	1.10 ⁷
³³ P	1	1.10 ⁹	1.10 ⁸
³⁵ S	3	3.10 ⁹	3.10 ⁸
³⁶ Cl	0,6	6.10 ⁸	6.10 ⁷
⁴⁵ Ca	1	1.10 ⁹	1.10 ⁸
⁵¹ Cr	30	3.10 ¹⁰	3.10 ⁹
⁵⁵ Fe	40	4.10 ¹⁰	4.10 ⁹
⁵⁷ Co	10	1.10 ¹⁰	1.10 ⁹
⁵⁹ Fe	0,9	9.10 ⁸	9.10 ⁷
⁶⁰ Co	0,4	4.10 ⁸	4.10 ⁷
⁶³ Ni	30	3.10 ¹⁰	3.10 ⁹
⁹⁰ Sr	0,3	3.10 ⁸	3.10 ⁷
⁹⁰ Y	0,3	3.10 ⁸	3.10 ⁷
^{99 m} Tc	4	4.10 ⁹	4.10 ⁸
¹⁰⁹ Cd	2	3.10 ⁹	3.10 ⁸
¹²⁵ I	3	2.10 ⁹	2.10 ⁸
¹³¹ I	0,7	7.10 ⁸	7.10 ⁷
¹³⁷ Cs	0,6	6.10 ⁸	6.10 ⁷
¹⁵² Eu	1	1.10 ⁹	1.10 ⁸
²²⁴ Ra	3.10 ⁻³	3.10 ⁶	3.10 ⁵
²³⁹ Pu	1.10 ⁻³	1.10 ⁶	1.10 ⁵
²⁴¹ Am	1.10 ⁻³	1.10 ⁶	1.10 ⁵
²⁵² Cf	2.10 ⁻³	2.10 ⁶	2.10 ⁵

Rappel : la valeur maximale pour un envoi en « type A » est la valeur A₂ elle-même

Cas des mélanges :

- Dans le cas d'un mélange de radionucléides dont l'identité et l'activité de chaque élément sont connues, la condition suivante s'applique au contenu radioactif d'un colis de type A :

$$\sum_i B(i) / A_{1(i)} + \sum_j C(j) / A_{2(j)} \leq 1$$

où B(i) est l'activité du radionucléide i contenu sous forme spéciale et A₁(i) est la valeur de A₁ pour le radionucléide i,
C(j) est l'activité du radionucléide j contenu dans des matières autres que sous forme spéciale et A₂(j) est la valeur de A₂ pour le radionucléide j.

Dans ce cas, la valeur de A_1 , de A_2 ou l'activité massique pour les matières exemptées ou la limite d'activité pour un envoi exempté est obtenue comme suit :

$$X_m = \frac{1}{\sum_i \frac{f(i)}{X(i)}}$$

où $f(i)$ est la fraction d'activité ou la fraction d'activité massique du radionucléide i dans le mélange et $X(i)$ est la valeur appropriée de A_1 , A_2 ou l'activité massique pour les matières exemptées ou la limite d'activité pour un envoi exempté, dans le cas du radionucléide i .

Lorsqu'on connaît l'identité de chaque radionucléide, mais que l'activité de certains est inconnue, les formules précédentes s'appliquent en utilisant la valeur (de A_2 par exemple) la plus faible par rapport aux radionucléides connus du mélange.

- Pour les radionucléides ou les mélanges pour lesquels on ne dispose pas de données, les valeurs suivantes sont à utiliser :

Tableau 10

Contenu	A_1 (TBq)	A_2 (TBq)	Activité massique pour les matières exemptées (Bq/g)	Limite d'activité pour un envoi exempté (Bq)
Présence avérée d'émetteurs bêta ou gamma uniquement	0,1	0,02	$1 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^4$
Présence avérée d'émetteurs alpha uniquement	0,2	$9 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^3$
Pas de donnée disponible	0,001	$9 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^3$

9.2.2

Contamination des colis

La contamination non fixée sur les surfaces externes de tous colis doit être maintenue à un niveau aussi bas que possible et, dans les conditions normales de transport, ne doit jamais dépasser les valeurs suivantes :

→ émetteurs bêta/gamma ou alpha de faible toxicité : 4 Bq/cm^2

→ tous les autres émetteurs alpha : $0,4 \text{ Bq/cm}^2$

Ces limites sont les limites moyennes applicables pour toute aire de 300 cm^2 de toute partie de surface.

Remarque : L'ADR définit la contamination comme étant la « présence, sur une surface, de matières radioactives en quantité dépassant $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ pour les émetteurs bêta/gamma et alpha de faible toxicité, ou $0,04 \text{ Bq/cm}^2$ pour tous les autres émetteurs alpha ».

Au vu des seuils précédents, on note qu'une certaine contamination des colis est acceptée. Pour les colis exceptés, il est conseillé d'avoir un seuil de contamination inférieur à celui défini par l'ADR.

La contamination fixée étant, par nature, difficilement quantifiable, il faudra raisonner en terme de débit de dose.

Signalisation et étiquetage des colis

Les prescriptions qui suivent sont valables quel que soit le mode de transport.

Tout colis, y compris les colis exceptés, doit porter le numéro ONU correspondant à la matière contenue, précédé des lettres « UN ».

Chaque colis doit porter sur la surface externe de l'emballage, l'indication de l'identité de l'expéditeur ou du destinataire ou des deux à la fois, inscrite de manière lisible et durable.

Chaque colis d'une masse brute supérieure à 50 kg doit porter, sur la surface externe de l'emballage, l'indication de la masse brute admissible.

a) Colis excepté

Aucune signalisation supplémentaire, ni sur le colis, ni sur le véhicule, n'est exigée, sous réserve que le débit de dose au contact soit inférieur à 5 µSv/h.

b) Colis de type A

La mesure du débit de dose au contact et à 1m détermine respectivement la catégorie du colis et l'indice de transport (IT). Le tableau suivant définit les étiquetages à employer, en précisant que l'indice de transport est obtenu en multipliant par 100 le débit de dose exprimé en mSv/h à 1m. En conditions normales de transport, il doit être inférieur ou égal à 0,1 mSv/h.

Tableau 11

Indice de transport	Débit d'équivalent de dose au contact (\dot{H})	Catégorie	Modèles d'étiquettes
0	$\dot{H} \leq 0,005 \text{ mSv/h}$	I - BLANCHE 7A	
$0 < IT < 1$	$0,005 < \dot{H} \leq 0,5 \text{ mSv/h}$	II - JAUNE 7B	
$1 < IT < 10$	$0,5 < \dot{H} \leq 2 \text{ mSv/h}$	III - JAUNE 7C	

Remarques :

- Si l'indice de transport et le débit de dose au contact déterminent 2 catégories différentes par rapport au tableau précédent, on prendra la plus sévère.
- Dans certains cas, la réglementation prévoit des mesures spécifiques, peu susceptibles de concerner les laboratoires de recherche.
- Les colis contenant des matières fissiles doivent porter des étiquettes 7E, en plus des étiquettes 7A, 7B ou 7C.
- Les étiquettes doivent être apposées à l'extérieur sur deux côtés opposés du colis et correctement renseignées.
- Le colis doit porter sur la face externe de l'emballage la mention « TYPE A ».

Transport par route

a) Signalisation des véhicules

Hormis pour le transport de colis exceptés, il faut apposer :

- l'étiquette 7D sur les 2 côtés et à l'arrière du véhicule, ainsi que le numéro ONU,
- le panneau orange vierge de toute inscription, à l'avant et à l'arrière du véhicule.

La mention « radioactive » est optionnelle afin de permettre l'affichage du numéro ONU directement sur l'étiquette.

b) Formations :

- du chauffeur : une formation spécialisée « Classe 7 » en cours de validité (5 ans), agréée par le Ministère du transport, est obligatoire, exception faite du transport de colis excepté. L'organisme assurant cette formation est l'INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires),
- d'un conseiller à la sécurité: l'ADR prescrit la nomination d'un conseiller sécurité pour les entités dont l'activité comporte le transport terrestre de marchandises dangereuses ou les opérations d'emballage, de chargement, de remplissage ou de déchargement liées à ces transports.

Le conseiller sécurité est chargé d'aider à la prévention des risques pour les personnes, les biens ou l'environnement inhérents à ces activités. Il doit être titulaire d'un certificat de qualification professionnelle délivré après réussite à un examen organisé par le CIFMD (Comité Interprofessionnel pour le développement de la Formation dans le transport de Marchandises Dangereuses).

→ Sont exemptées de cette prescription, pour la classe 7, les opérations :

- de déchargement (sauf s'il s'agit d'un déchargement dans une ICPE relevant du régime de l'autorisation, dès lors que les marchandises dangereuses déchargées sont mentionnées dans la désignation des activités soumises à autorisation),
- de chargement, de déchargement, d'emballage de colis exceptés.
- de chargement de matières radioactives de faible activité spécifique en colis de type industriel (n° ONU 2912, 3321, 3322) dans le cadre des opérations de collecte réalisées par l'ANDRA.

c) Documents de bord

Les deux documents suivants doivent être présents dans tout véhicule transportant des matières radioactives :

- une déclaration d'expédition de marchandises dangereuses comportant notamment le numéro ONU, la classe (7 pour la radioactivité), le nombre et la description des colis (symbole du radioélément, forme physico-chimique, activité), la quantité totale en volume ou en masse, le nom et l'adresse de l'expéditeur et du destinataire, la catégorie du colis, l'IT,...
- les consignes à destination du chauffeur comprenant notamment la désignation de la marchandise, la nature du danger, les mesures préventives et les dispositions à prendre en cas d'accident. Ces consignes doivent être adaptées aux matières transportées.

Les fiches 20 et 21 présentent un modèle de déclaration d'expédition et un exemple de consignes.

d) Dispositions concernant le véhicule

Le véhicule doit posséder une assurance spécifique autorisant ce type de transport et être doté :

- d'un système d'attache permettant d'arrimer solidement les colis,
- d'un extincteur (capacité 2 kg en poudre ou équivalent) dans la cabine permettant au minimum de combattre un incendie du moteur ou de la cabine,
- d'un extincteur (capacité 2 kg en poudre ou équivalent pour les véhicules légers, 6 kg pour les autres véhicules) apte à combattre un incendie de pneumatique, des freins ou du chargement,
- d'équipements divers : une cale, deux signaux d'avertissement autoporteurs (cône ou triangle réfléchissant par exemple), un baudrier ou vêtement fluorescent approprié, une lampe de poche pour chaque membre d'équipage du véhicule, et tout équipement nécessaire à l'application des mesures indiquées dans les consignes écrites.

Obligations de l'expéditeur

Elles sont nombreuses : classification des matières, conditions d'utilisation, étiquetage des emballages, chargement/déchargement, formation des intervenants, établissement des documents de bord, contrôle des emballages et des colis (débit de dose, non-contamination), qualification des colis.

De plus, le responsable de l'établissement où s'effectue un chargement de colis doit s'assurer que les dispositions suivantes sont respectées :

- présence du document de transport et des consignes écrites pour le conducteur dans les documents de bord du véhicule,
- adaptation au transport à entreprendre et validité de l'attestation de formation du conducteur,
- signalisation et placardage du véhicule respecté,
- validité du certificat d'agrément du véhicule et adaptation du véhicule au transport à entreprendre,
- arrimage et calage corrects du ou des colis,
- respect des interdictions de chargement en commun.

Face aux nombreuses obligations de cette réglementation, l'ADR précise que des programmes d'assurance de la qualité doivent être établis et appliqués, permettant de garantir la conformité avec les dispositions réglementaires applicables.

Ainsi, des mesures doivent être définies dans un document pour contrôler tous les aspects relatifs aux opérations de transport. Ces dispositions impliquent :

- d'une part que l'organisation mise en place pour répondre aux exigences réglementaires, à tous les niveaux du processus, soit décrite dans un référentiel (procédure, mode opératoire),
- d'autre part que l'identification des responsabilités partagées entre les différents intervenants soit exprimée dans les cahiers des charges annexés aux contrats lors d'opérations de sous-traitance.

Programme de radioprotection

Un programme de radioprotection doit être mis en place pour les travailleurs impliqués dans une activité de transport. Il précise notamment :

- l'étendue du programme,
- les rôles et responsabilités pour la mise en place du programme,
- l'évaluation et l'optimisation des doses individuelles,
- les limites de dose,
- la formation des intervenants.

Ce programme, ainsi que l'ensemble des documents permettant d'assurer la traçabilité des transports réalisés dans le respect de la réglementation existante sont tenus à la disposition de l'autorité chargée des inspections en matière de transport de substances radioactives. L'ASN assure le suivi de la bonne application de la réglementation auprès des différents intervenants. A ce titre, elle peut être conduite à réaliser des inspections, indépendamment du statut administratif des intervenants (INB, ICPE...).

Déclaration des incidents et accidents

Les incidents ou accidents survenant lors des opérations de transports ou d'opérations annexes (préparation du colis, chargement, déchargement) sont à déclarer auprès de l'ASN dans les 24 heures suivant l'évènement.

Une déclaration doit être réalisée :

- lorsque les matières se sont répandues,
- si l'incident ou accident conduit à une exposition provoquant un dépassement des limites réglementaires,
- lorsqu'il y a une dégradation sensible d'une fonction de sécurité (rétention, protection...) assurée par l'emballage,
- en cas de dommage corporel (traitement médical intensif, hospitalisation, incapacité de travail d'au moins 3 jours consécutifs), matériel ou à l'environnement.

Elle doit comporter le mode de transport utilisé, les renseignements sur le type de colis impliqué (matière et emballage), une description de l'incident/accident, les mesures conservatoires prises, l'identification des causes, une description des conséquences potentielles et réelles, les actions entreprises ou envisagées pour éviter tout renouvellement. Elle doit prendre en compte les critères de classement de l'échelle INES, et proposer un niveau de classement par rapport à cette échelle.