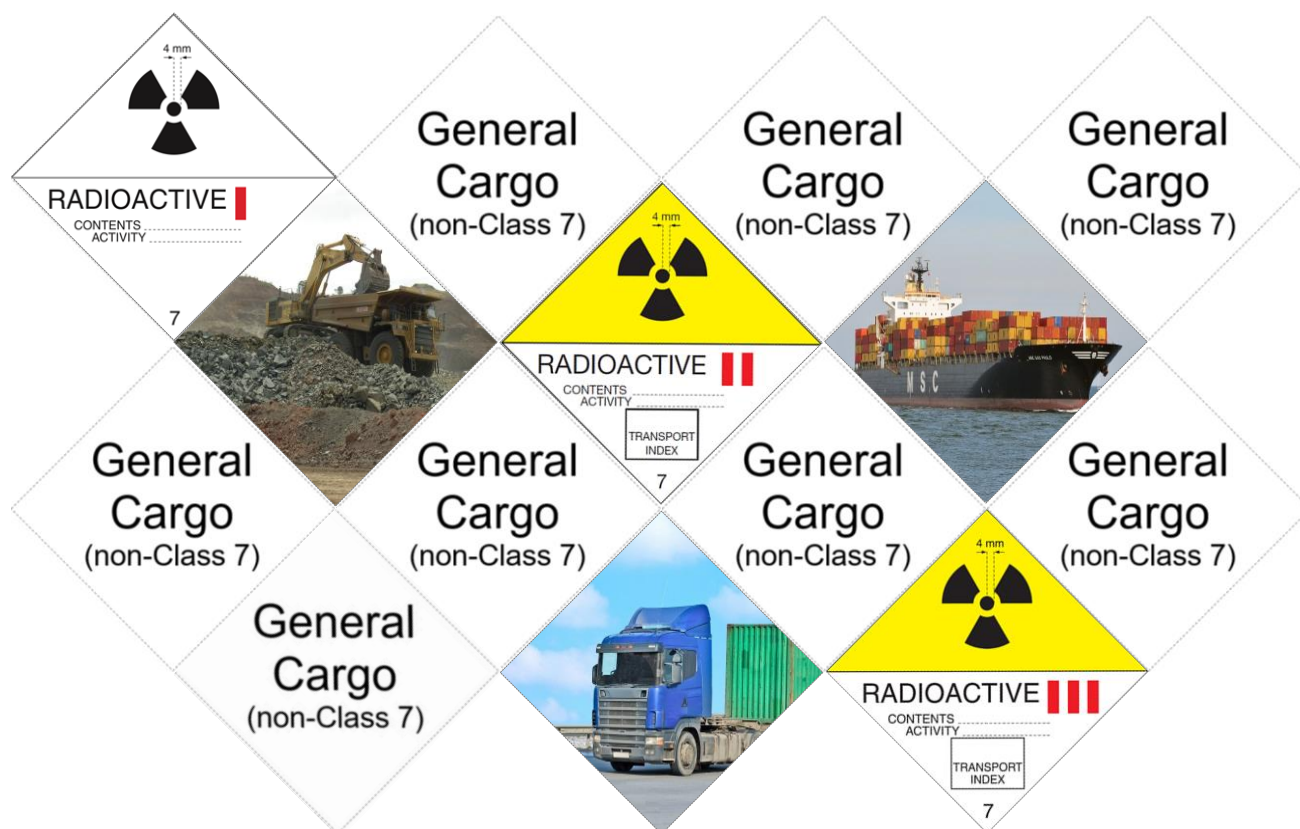




Le Transport des Matières Radioactives Naturelles

Guide pour le transport des matières premières de Niobium (Nb) et de Tantale (Ta) qui sont des matières radioactives naturelles*



* Ou « NORM » pour *Naturally Occurring Radioactive Materials* en anglais)

Synthèse

Certaines matières premières de niobium (Nb) et de tantale (Ta) contiennent des traces de thorium (Th) et d'uranium (U) et sont par conséquent des matières radioactives naturelles (ou NORM pour *Naturally Occurring Radioactive Materials* en anglais)).

À partir d'une analyse de la matière révélant la concentration de Th et U il est possible de calculer la concentration de radioactivité de la matière, mesurée en Becquerels par gramme (Bq/g). Les matières en-dessous de 10 Bq/g sont exemptes de la réglementation de transport des matières radioactives (Classe 7) et peuvent être transportées comme du fret général, mais au-dessus de ce seuil, les matières doivent être transportées en totale conformité avec la réglementation Classe 7.

Par rapport aux autres expéditions, les expéditions de matières radioactives naturelles, en particulier celles qui entrent dans la Classe 7, se trouvent face à un fardeau réglementaire de plus en plus lourd imposé par les réglementations tant internationales que nationales.

Bien qu'il ne soit pas insurmontable, ce fardeau réglementaire et les risques associés peuvent dissuader un transporteur ou un port d'accepter des expéditions de matières radioactives naturelles, ce qui se solde par un refus d'expédition (connu sous l'acronyme anglais DOS). Sensibiliser l'industrie et le public à cette question, tout en gardant les risques potentiels dans leur contexte, est un élément important de la stratégie de transport des matières radioactives naturelles.

Ce document vise à aider les membres du T.I.C. dans leurs efforts de conformité aux réglementations internationales, nationales et locales qui régissent la sûreté et sécurité du transport des matières radioactives comme stipulé par la Politique de transport du T.I.C.², étant donné que des matières expédiées de façon inappropriée peuvent avoir un impact négatif sur notre industrie.

Clause de non-responsabilité

Cette traduction en français est fournie uniquement à titre d'information. En cas de doute ou de litige, prière de se référer au document d'origine en langue anglaise. Ce guide ne constitue pas, et ne remplace pas, des conseils spécifiques relatifs aux matières radioactives naturelles. Pour toutes informations complémentaires sur le sujet et sur le moyen de contacter un spécialiste des matières radioactives naturelles par l'entremise du T.I.C., veuillez consulter <http://www.tanb.org/>. Le T.I.C. n'a aucune prétention quant à l'exactitude ou l'exhaustivité de ce guide, ou à sa pertinence pour l'usage prévu par l'utilisateur et il décline expressément toute responsabilité, partielle ou totale, relative à l'exhaustivité ou l'exactitude de ce guide ou à toute omission éventuelle. Ce guide ne dispense pas l'utilisateur de mener ses propres recherches et de s'acquitter de ses obligations professionnelles. Aucune responsabilité quelle qu'elle soit ne sera acceptée par le T.I.C. en rapport avec ce guide. En acceptant ou utilisant ce guide, le bénéficiaire de ce guide reconnaît et accepte les termes de cette clause de non-responsabilité.

² <http://www.tanb.org/images/TIC%20Policy%20on%20transport.pdf>, consulter également l'Annexe 4 de ce rapport.

Sommaire

Synthèse	2
Clause de non-responsabilité	2
Acronymes et abréviations	3
Introduction.....	5
Réglementations de transport	6
Vue d'ensemble	7
Le dernier règlement de l'AIEA sur le transport : SSR-6.....	9
Difficultés de transport	9
Définitions.....	11
Matières radioactives naturelles	11
Rayonnement.....	11
Radioactivité	11
Annexe 1: Exemples de calcul	13
Annexe 2: Check-list pour la conformité réglementaire dans le transport.....	14
Étiquettes pour le transport Classe 7.....	16
ONU 2910 par opposition à ONU 2912	17
Annexe 3: Documents de référence et lectures complémentaires.....	18
Documents de référence relatifs au SSR-6	18
Autres réglementations s'appliquant au transport, y compris les réglementations modales	19
Lectures complémentaires.....	19
Sites web utiles	21
Annexe 4: Politique de transport du T.I.C.	22
Contexte.....	22
Politique	22
Champ d'application.....	22

Remerciements

Ce document a été rédigé par le T.I.C. et Ulric Schwela de Salus Mineralis Limited. Aide et conseils ont aussi été généreusement apportés par le World Nuclear Transport Institute (WNTI), l'Association nucléaire mondiale (WNA) et le Groupe de travail sur la facilitation des transports (TFWG).

Acronymes et abréviations

ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route
Becquerel	Une mesure de radioactivité. Un « Becquerel » équivaut à une désintégration radioactive par seconde.
Bq/g (ou Bq g ⁻¹)	Becquerels par gramme, la concentration de radioactivité
Classe 7	Catégorie de réglementation selon le modèle des Nations Unies Classe 7 Matières dangereuses
DOS	Refus d'expédition
AIEA	Agence Internationale de l'Énergie Atomique
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
Code IMDG	Code international du transport de marchandises dangereuses par voie maritime de l'OMI
OMI	Organisation maritime internationale
NORM	Matières radioactives naturelles pour <i>Naturally Occurring Radioactive Materials</i> en anglais.
RID	Règlement européen concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses
SSG-26	Document d'information de l'AIEA concernant le règlement SSR-6 (anciennement TS-G-1.1)
SSG-33	Normes de sûreté de l'AIEA concernant le règlement SSR-6 (anciennement TS-G-1.6)
SSR-6	Règlement de l'AIEA sur la sûreté du transport des matières radioactives (anciennement TS-R-1)
Sv	Sievert
µSv/h	micro-Sievert par heure
Ta	Tantale
Ta ₂ O ₅	Pentaoxyde de tantale
TFWG	Groupe de travail sur la facilitation des transports
Th	Thorium
ThO ₂	Dioxyde de thorium
T.I.C.	Centre International d'Etude de Tantale et de Niobium
TS-G-1.6	Normes de sûreté de l'AIEA remplacées par SSG-33 en 2012
TS-R-1	Règlement de l'AIEA remplacé par SSR-6 en 2012
U	Uranium
U ₃ O ₈	Octaoxyde de triuranium, l'oxyde d'uranium le plus stable
ONU 2910	Réglementation concernant la Classe 7 pour un « colis excepté » avec une intensité de rayonnement <5 µSv/h à la surface
ONU 2912	Réglementation concernant la Classe 7 pour un colis avec une intensité de rayonnement >5 µSv/h à la surface
CEE-ONU	Commission économique pour l'Europe des Nations Unies
WNA	Association nucléaire mondiale
WNTI	World Nuclear Transport Institute

Introduction

Les matières radioactives naturelles sont omniprésentes dans l'environnement naturel et on les trouve communément dans les sables, argiles, minerais et minéraux, sous-produits, résidus recyclés et autres matériaux utilisés par les humains. Pour de nombreuses matières premières de niobium (Nb) et tantale (Ta), telles que la colombite, la tantalite, le « coltan », les scories d'étain et autres, les atomes de thorium (Th) et d'uranium (U) sont prisonniers de la matrice minérale et par conséquent ces matières premières sont des matières radioactives naturelles.

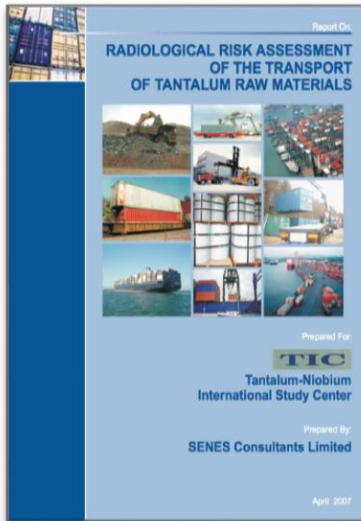
Puisque les atomes de Th et d'U occuperaient de façon interchangeable les mêmes sites cristallins que les atomes de Nb et Ta, il est pratiquement impossible de séparer le Th et l'U de ces matières premières uniquement par concentration physique des minerais. Au lieu de cela, la colombite, la tantalite et les scories d'étain nécessitent habituellement un processus chimique spécialisé, généralement leur digestion dans un bain chaud d'acide hydrofluorique (HF) et d'acide sulfurique (H₂SO₄), après quoi le Th et l'U peuvent être éliminés en toute sécurité³. Il est courant que les installations permettant ce type de traitement se situent loin des sites miniers et qu'il soit nécessaire de transporter les minerais, le plus souvent par voie maritime.

Le transport des matières radioactives présente des défis, mais il est réalisable. Les réglementations et accords internationaux sur le transport, qui s'appuient sur le règlement et les recommandations de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA), déterminent les concentrations maximales de Th et d'U dans une substance, en-dessous de cette limite les expéditions sont traitées comme du fret général.

Les matières contenant du Th et de l'U au-dessus du seuil d'exemption convenu doivent être transportées en tant que Matières dangereuses de Classe 7, et conformément aux réglementations appropriées pour assurer la sûreté de leur transport. Au regard de la loi, les sociétés ont une obligation de prudence et de diligence envers leurs employés et le public et elles doivent se conformer à ces obligations. Outre le règlement et les recommandations de l'AIEA, des exigences spécifiques à un pays donné viennent souvent ajouter une couche de complexité au transport des matières radioactives naturelles. Chaque pays dispose du droit souverain de modifier ou d'ajouter aux réglementations applicables au sein de ses frontières, et il arrive souvent qu'il le fasse.

Ce guide aborde le sujet du transport des matières radioactives naturelles en présentant un sommaire des informations disponibles et il se propose de guider les sociétés à travers les principales étapes qu'elles peuvent suivre pour satisfaire à leurs obligations vis-à-vis de la réglementation, mais il ne se veut aucunement exhaustif vu la complexité et les variations des réglementations nationales en vigueur.

³ Le pyrochlore est généralement traité près du site minier, au moyen d'un processus de réduction aluminothermique qui élimine les Th/U en déchets. Certaines colombites (au Brésil par exemple) sont aussi traitées avec succès près des sites miniers.



T.I.C. Évaluation des risques des matières radioactives naturelles

Dans une étude réalisée par le T.I.C. dans le cadre d'une évaluation des risques des matières premières de tantale et de niobium, 95% se sont avérées être entre 5 et 50 Bq/g.

Le rapport a été préparé par le cabinet de conseil indépendant SENES afin de déterminer les caractéristiques radiologiques de ces matières, et d'évaluer les expositions radiologiques potentielles associées au transport dans des conditions normales et en cas de déversement accidentel. Cette étude est disponible auprès du T.I.C. sur

Réglementations de transport

Vue d'ensemble

Les réglementations de transport des matières radioactives naturelles sont supervisées par l'AIEA⁴, une agence des Nations Unies basée à Vienne, en Autriche. Cette agence a pour objectif « de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier »,⁵ et depuis 1961 ceci inclut un mandat concernant le règlement du transport des matières radioactives. Au cours des décennies suivantes, ce règlement a été soumis en permanence à un vaste processus de revues et révisions.



L'application du règlement de l'AIEA suit deux chemins parallèles :

- Réglementations internationales et transnationales :

Le règlement de l'AIEA est intégré dans le Modèle de réglementation des Nations Unies concernant les Matières dangereuses, lequel sert ensuite de base à la « réglementation modale » pour le transport international par voie aérienne, terrestre ou maritime, notamment :

- CEE-ONU : Commission économique pour l'Europe des Nations Unies
 - ADR : Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route
 - RID : Règlement européen concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses
- OMI (code IMDG) : Organisation maritime internationale (Code international du transport de marchandises dangereuses par voie maritime)
- OACI-IT : Organisation de l'aviation civile internationale - Instructions techniques

- Réglementations nationales :

Chaque pays applique le règlement de l'AIEA à des degrés divers. Certains textes sont pratiquement identiques, tandis que d'autres pays modifient, ajoutent ou suppriment certaines parties du texte ce qui conduit à des différences entre juridictions.

L'organisme gouvernemental désigné pour travailler sur les questions liées au règlement de l'AIEA sur le transport est dit « autorité compétente »⁶. Ces organismes ont la responsabilité de s'assurer que la législation nationale permet la conformité avec les exigences du règlement de l'AIEA sur le transport. Si vous êtes concerné(e) par les matières radioactives naturelles, vous devez être prêt(e) à coopérer avec les autorités

⁴ <https://www.iaea.org/>

⁵ Statut de l'AIEA, 23 octobre 1956, modifié le 28 décembre 1998, Article III, para. 6.

⁶ Une liste des autorités compétentes arrêtée le 22 mars 2016 est disponible sur le site web de l'AIEA. <https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/transport-safety/competent-authorities-list.pdf>

compétentes appropriées pour prouver votre respect de la conformité avec les réglementations sur le transport.

Le principal point dont il faut se souvenir avec cette structure réglementaire est qu'une société doit se conformer aux réglementations *nationales* de chaque pays dans lequel ses matières sont transportées, ainsi qu'aux réglementations *locales* dans les ports, les villes ou les régions, et *également* aux réglementations *internationales* pour les parties du transport qui tombent dans le champ des réglementations internationales.

Par exemple :

Pour le transport d'un pays A à un pays B par voie maritime, puis par voie terrestre à un pays C, la société expéditrice doit se conformer aux :

- Réglementations *nationales* du pays d'origine A pour le transport terrestre des locaux de l'expéditeur au port, et à toutes les réglementations particulières à ce port ;
- *Code IMDG* pour le transport maritime du port du pays A au port du pays B ;
- Réglementations *nationales* du pays sous le pavillon duquel navigue le bateau qui est utilisé pour le transport maritime ;
- Réglementations *nationales* et à toutes les réglementations éventuelles de chaque *port d'escale* (que ce soit pour le transit ou le transbordement), sur tout l'itinéraire entre le pays A et le pays B ;
- Réglementations *portuaires* à l'arrivée dans le pays B, et aux réglementations *nationales* du pays B pour le transport terrestre du port à la frontière avec le pays C ;
- Réglementations *nationales* du pays de destination C pour le transport terrestre vers la destination finale (de la frontière avec le pays B aux installations du destinataire) ;

En plus,

- Lorsqu'il est en place, il faudra respecter un accord régional tel que l'*ADR*⁷ ou le *RID*⁸ pour le transport terrestre du port dans le pays B aux installations du destinataire dans le pays C.

On notera que le règlement de l'AIEA n'apparaît pas dans l'exemple ci-dessus, toutefois, le règlement de l'AIEA constitue le fondement de toutes les autres réglementations, par conséquent, la connaissance du règlement de l'AIEA assure une bonne base pour la conformité aux autres réglementations.

⁷ Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route

⁸ Règlement européen concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses

Le dernier règlement de l'AIEA sur le transport : SSR-6

La dernière édition, au moment de la rédaction de ce document (décembre 2016), est le « Règlement de transport des matières radioactives - Prescriptions de sûreté particulières, Édition 2012 », aussi connu sous le simple nom de SSR-6⁹. Cette édition remplace le TS-R-1 dont la dernière édition remontait à 2009. Le SSR-6 définit les seuils d'exemption de radionucléides spécifiques en unités de concentration de radioactivité (Bq/g) en-dessous desquels les matières ne relèvent pas du champ du contrôle réglementaire. Les seuils d'exemption sont augmentés d'un facteur 10 pour les minerais et matières naturelles, y compris les matières traitées par des moyens physiques et/ou chimiques.

Pour le transport des matières premières de niobium et de tantale, les radionucléides concernés sont essentiellement ceux enregistrés comme Th(nat) et U(nat), à condition que ces deux éléments soient en équilibre naturel dans leurs produits de désintégration. Les seuils d'exemption figurant dans le SSR-6 sont de 1 Bq/g aussi bien pour le Th(nat) que pour l'U(nat), par conséquent, pour les matières radioactives naturelles le seuil d'exemption est amené à 10 Bq/g.

On trouvera une liste de lectures complémentaires, documents de référence, articles de recherche et autres dans l'Annexe 3.

Difficultés de transport

Dans certains secteurs des autorités publiques et de transport on observe une perception négative des matières radioactives naturelles et en particulier des matières qui sont soumises à la réglementation de la Classe 7, quelle que soit la véritable nature des matières radioactives naturelles, leurs caractéristiques et les nombreux avantages appréciables qu'elles apportent à la société dans son ensemble.¹⁰

Pour un transport respectant toutes les réglementations applicables on se trouve par conséquent face à plusieurs difficultés :

- Des exigences contradictoires entre les réglementations internationales et nationales et/ou entre les différentes réglementations nationales. Ceci peut être au niveau des critères de classification, des conditions imposées au cours du transport ou tout autre domaine pouvant donner lieu à des contradictions.
- La perception négative des matières radioactives par certaines autorités et par le public. Cela a conduit à des interdictions de transport à travers certaines régions, ou à des exigences supplémentaires au niveau national ou local, parfois avec des motivations politiques.

⁹ Le SSR-6 peut être téléchargé sur http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1570f_web.pdf

¹⁰ Certaines autorités sont surprises de découvrir que toutes les matières appartenant à la Classe 7 ne sont pas des déchets nucléaires : en fait, la vaste majorité des expéditions en Classe 7 sont des produits radiopharmaceutiques médicaux tels que le molybdenum-99 qui est généralement transporté en petites quantités par avion.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier que le capitaine d'un bateau, le pilote d'un avion ou le capitaine d'un port a le droit légitime de refuser le transport ou le passage d'un colis qu'il considère personnellement comme dangereux (que ce colis soit réellement dangereux ou non).

Le complexe fardeau de la conformité dans le transport des matières radioactives naturelles, associé aux risques de défaut de conformité non intentionnel dû à des exigences contradictoires des réglementations nationales, peut conduire un transporteur à prendre la décision commerciale que le transport de marchandises de Classe 7 n'est pas une affaire rentable, ce qui se solde par un refus d'expédition (DOS) pour ces marchandises de Classe 7. Pour une société qui souhaite expédier des matières radioactives, cette difficulté se manifestera alors par un manque de transporteurs prêts à établir un devis pour le transport requis, ou bien par des devis qui sont au multiple des tarifs s'appliquant au fret général.

Tout en s'efforçant de respecter ses obligations réglementaires, face à ces difficultés il est possible qu'une société souhaite aussi prendre l'approche parallèle suivante en considération:

- Rechercher les itinéraires potentiels entre les lieux d'expédition et de destination. En cas de transport par voie maritime, ceci doit inclure chaque port d'escale, en notant si cela impliquerait une opération de transit ou de transbordement.
- Identifier les réglementations applicables dans chaque pays, région ou port le long de l'itinéraire de transport. Contacter les autorités de chacun de ces endroits pour vérifier les informations relatives au transport.
- Contacter l'autorité compétente¹¹ de votre pays, présenter votre société et établir une relation de confiance. Le maintien d'une bonne communication et d'une confiance mutuelle avec votre régulateur peut s'avérer utile aussi bien sur le long terme que le court terme.
- Armés des informations et contacts ci-dessus, contacter les transitaires et transporteurs en position de force pour expliquer le transport requis.

¹¹ Une liste des autorités compétentes arrêtée le 22 mars 2016 est disponible sur le site web de l'AIEA : <https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/transport-safety/competent-authorities-list.pdf>

Définitions

Matières radioactives naturelles

Les matières radioactives naturelles sont essentiellement définies¹² comme contenant les radionucléides naturels K-40, U-235, U-238 et Th-232 ainsi que leurs produits de désintégration radioactifs. Pour les matières premières de niobium et de tantale, il ne devrait pas y avoir d'autres radionucléides (par exemple d'origine artificielle/humaine), et il est improbable que la teneur en K-40 soit importante.

La définition des matières radioactives naturelles spécifie par ailleurs que « les matières dans lesquelles les concentrations d'activité des radionucléides naturels ont été modifiées par un processus font partie des matières radioactives naturelles », par conséquent, les minerais non traités, les concentrés de minerais, les scories d'étain et les déchets produits après traitement chimique de ces matières premières, sont tous classés comme étant des matières radioactives naturelles.

On notera qu'aux USA et dans quelques autres pays, les matières radioactives naturelles sont parfois sous-divisées pour inclure le terme « TENORM » (matières radioactives naturelles techniquement améliorées). Cette distinction est utilisée par ceux qui déclarent que les matières radioactives naturelles ne devraient pas inclure de matières contenant des radionucléides perturbés ou modifiés par rapport à leur équilibre naturel. Toutefois, l'AIEA n'emploie pas ce terme, et le T.I.C. non plus.

Rayonnement

Le « rayonnement » est une mesure de l'énergie émise par radioactivité, *autrement dit* quelque chose de radioactif.¹³ Il y a différents types de rayonnement et celui qui concerne principalement les matières radioactives naturelles de niobium et de tantale est sous forme de rayons gamma. Le rayonnement gamma peut être mesuré à l'aide d'instruments, par ex. un tube Geiger-Müller, il est souvent décrit comme le « débit de dose » et est mesuré la plupart du temps en Sieverts (Sv) sur une période donnée. Le Sievert est une unité élevée, et les mesures rencontrées le plus couramment sont le $\mu\text{Sv/h}$ (micro-Sievert par heure) ou le mSv/a (milli-Sievert par an). N.B. $1 \text{ mSv} = 1.000 \mu\text{Sv}$.

Radioactivité

La « radioactivité » est la désintégration des atomes radioactifs dans une substance. Les atomes radioactifs sont des atomes naturellement instables, et ils subissent une modification spontanée afin d'arriver à une composition plus stable. La fréquence avec laquelle ces

¹² Glossaire de sûreté de l'AIEA 2007, p. 135, « matières radioactives naturelles » : « Matière radioactive ne contenant pas de quantités significatives de radionucléides autres que des radionucléides naturels »

¹³ Une analogie courante est de penser à une bougie qui se consume. La « radioactivité » est la combustion de la cire dans la flamme de la bougie tandis que le « rayonnement » est la chaleur émise par la flamme de la bougie.

atomes se désintègrent est la radioactivité, et celle-ci est mesurée en Becquerels (Bq), un Becquerel étant égal à une désintégration de l'atome par seconde. La quantité de radioactivité dans une masse de matière est appelée « concentration de radioactivité » et est mesurée en Becquerels par unité de masse. Le Becquerel est une très petite unité, et les mesures rencontrées le plus couramment sont en :

- MBq (mega Becquerel)
- GBq (giga Becquerel)
- Bq/g (Becquerel par gramme)
- kBq/kg (kilo Becquerel par kilogramme)

N.B. 1 GBq = 1.000 MBq = 1.000.000.000 Bq, alors que 1 Bq/g = 1 kBq/kg

On notera également qu'il n'existe pas de façon simple et directe de calculer l'intensité de rayonnement en Sieverts à partir d'un taux de radioactivité en Becquerels et vice versa.

Calcul des Becquerels par gramme (Bq/g) à partir d'une analyse

Dans tous les documents publiés par le T.I.C., sauf indications contraires, les chiffres cités en Bq/g (la « concentration de radioactivité ») font uniquement référence au nucléide (père) pertinent, en fonction des valeurs pour le Th(nat) et l'U(nat) figurant dans le règlement SSR-6 de l'AIEA¹⁴ de 2012, lesquelles sont restées inchangées depuis leur introduction en 1996 et font toujours autorité au moment de la rédaction de ce document.

Les valeurs en Bq/g peuvent être mesurées directement par spectroscopie des rayons gamma¹⁵, ou par simple conversion à partir de l'analyse élémentaire du thorium et de l'uranium. Étant donné que les analyses peuvent mesurer soit le Th/U élémentaire soit la forme d'oxyde, la méthode de calcul est donnée ici pour les deux.

Les facteurs de conversion appliqués sont les suivants :

Pour l'oxyde de Th/U :

- 1% ThO₂ = 35,6 Bq/g
- 1% U₃O₈ = 104 Bq/g

Pour le Th/U élémentaire :

- 1% Th = 40,6 Bq/g
- 1% U = 123 Bq/g

cf. Annexe 1 pour des exemples types de la manière de calculer les Bq/g à partir des résultats d'une analyse.

¹⁴ <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8851/Regulations-for-the-Safe-Transport-of-Radioactive-Material>

¹⁵ La spectroscopie des rayons gamma mesure la fréquence et l'intensité de l'énergie des rayons gamma émis par une matière. C'est une méthode analytique spécialisée qui apporte un haut degré de sensibilité et de précision, et celle-ci est particulièrement utile si un instrument ou une méthode d'analyse chimique n'est pas suffisamment sensible pour des niveaux de thorium et d'uranium faibles.

Annexe 1 : Exemples de calcul

1)

Si une matière contenait 0,04% ThO₂ et 0,06% U₃O₈, la concentration de radioactivité serait :

$$(0,04\% * 35,6) + (0,06\% * 104) = 1,42 + 6,24 = 7,66 \text{ Bq/g}$$

Dans ce cas, la matière serait **en-dessous** du seuil d'exemption de 10 Bq/g pour le transport et elle pourrait donc être transportée en fret général. On notera toutefois que des matières ayant une faible activité et satisfaisant aux critères du fret général peuvent tout de même déclencher des alarmes *par ex.* aux portiques de détection à l'entrée des sites industriels ou sur les dispositifs portatifs utilisés par les autorités des ports et aux points de passage aux frontières, par conséquent la documentation prouvant la faible activité doit toujours accompagner ces matières durant le transport.

2)

Si un fût de 200 kg contenait 0,08% ThO₂ et 0,09% U₃O₈, la concentration de radioactivité serait :

$$(0,08\% * 35,6) + (0,09\% * 104) = 2,85 + 9,36 = 12,2 \text{ Bq/g}$$

Dans ce cas, la matière serait **au-dessus** du seuil d'exemption de 10 Bq/g.

Les matières au-dessus du seuil d'exemption de 10 Bq/g et par conséquent soumises aux réglementations de transport, devront également avoir la radioactivité totale calculée pour le colis. La radioactivité totale pour les 200 kg de matière sèche du colis :

$$200.000 * 12,2 = 2.440.000 \text{ Bq} = 2,44 \text{ MBq}$$

N.B. Il est toujours probable que les chiffres de radioactivité soient élevés, par conséquent, pour des raisons pratiques, ils sont exprimés en MBq, GBq *etc.*

3)

Si un conteneur de 20 tonnes avait 0,80% Th et 0,18% U (noter la différence avec ThO₂ et U₃O₈), la concentration de radioactivité serait :

$$(0,80\% * 40,6) + (0,18\% * 123) = 32,5 + 22,1 = 54,6 \text{ Bq/g}$$

Dans ce cas, la matière serait **au-dessus** du seuil d'exemption de 10 Bq/g.

Comme dans l'exemple 2, les matières au-dessus du seuil d'exemption de 10 Bq/g doivent également avoir la radioactivité totale calculée pour l'emballage. La radioactivité totale pour les 20 tonnes de matière sèche du colis :

$$20.000.000 * 54,6 = 1.092.000.000 \text{ Bq} = 1,09 \text{ GBq}$$

Annexe 2 : Check-list pour la conformité réglementaire dans le transport

On trouvera ci-dessous une méthode étape par étape pour aider à établir la conformité réglementaire lors de la préparation d'une expédition matières radioactives naturelles qui peut être soumise aux réglementations de transport de la Classe 7, avec des indications pour savoir où trouver des détails complémentaires. Certaines de ces exigences sembleront onéreuses *par ex.* les étapes 2) à 5), toutefois, cela sera le cas uniquement lors de la mise en place initiale de ces systèmes, et c'est une chose à laquelle on doit s'attendre lorsque l'on entreprend tout nouveau travail complexe.

- 1) Déterminez la concentration de radioactivité de la matière en Bq/g (cf. les exemples de calcul dans l'Annexe 1) :
 - a) Si elle est inférieure à 10 Bq/g, la matière est exempte de la réglementation de transport s'appliquant à la Classe 7. Vous pouvez expédier la matière accompagnée d'un certificat d'analyse pour le prouver.
 - b) Si elle est supérieure à 10 Bq/g, la matière est soumise à la réglementation de transport Classe 7 ; passez à l'Étape 2.
- 2) Mettez en place au sein de votre société un **système de gestion** fondé sur des normes reconnues, pour toutes les activités associées au transport des matières radioactives naturelles. Vous devrez être prêts à donner accès à vos installations à l'autorité compétente souhaitant les inspecter pour prouver la conformité avec les réglementations de transport. cf. document AIEA **TS-G-1.4**¹⁶ pour de plus amples conseils.
- 3) Mettez en place un **programme de radioprotection** de base pour le transport des matières radioactives naturelles. La nature et l'étendue des mesures à employer seront relativement simples, à condition que la magnitude et la probabilité des expositions aux rayonnements soient maintenues à un niveau faible. Les sociétés qui ne stockent pas de matières radioactives naturelles dans leurs propres installations doivent s'assurer que leurs sous-traitants accomplissent ce devoir. cf. document AIEA **TS-G-1.3**¹⁷ pour de plus amples conseils.
- 4) Assurez-vous que les employés reçoivent une **formation** adéquate concernant la radioprotection et les réglementations pertinentes, notamment le règlement de l'AIEA sur le transport. La formation devra être adaptée à chaque poste et peut inclure tout ou partie des sujets suivants :
 - a) Sensibilisation générale : catégories de matières radioactives ; étiquetage, marquage, affichage, emballage et ségrégation ; documents de transport ; documents sur les réponses aux situations d'urgence.
 - b) Fonction spécifique : exigences spécifiques applicables à la fonction de la personne concernée.
 - c) Sécurité : (i) prévention des accidents, notamment manipulation des équipements et méthodes de stockage ; (ii) information sur les réponses aux situations d'urgence ; (iii)

16 http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1352_web.pdf

17 http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1269_web.pdf

risques généraux entraînés par les différentes catégories de matières radioactives et la manière d'éviter l'exposition ; (iv) procédures à suivre en cas de fuite/déversement, et toutes procédures d'urgence.

- 5) Préparez un plan **de réponse aux situations d'urgence** en cas d'accidents ou incidents au cours du transport de matières radioactives. Les mesures d'urgence de ce plan devront être conçues pour protéger les personnes, les biens et l'environnement. Ce type de plan est relativement simple pour les matières radioactives naturelles de faible niveau. cf. document AIEA **TS-G-1.2**¹⁸ pour de plus amples conseils.
- 6) Assurez-vous que l'emballage qui va être utilisé répond aux exigences figurant pages 23 et/ou 33 des normes **SSG-33**¹⁹. L'emballage doit habituellement être un « Emballage industriel de type 1 » (IP-1).²⁰
- 7) Préparez le colis pour l'expédition (c.-à-d. remplissez l'emballage avec les matières radioactives naturelles à transporter). Déterminez le débit de dose en surface de la matière emballée. c.-à-d. une fois que la matière est emballée et prête pour l'expédition, mesurez le débit de dose à la surface du colis :
 - a) S'il est inférieur à 5 µSv/h, cela est considéré comme un « colis excepté » avec le code **ONU 2910**. Il appartient toujours à la Classe 7, mais les exigences réglementaires sont simplifiées pour refléter le risque faible présenté par cette matière. cf. pages 23-27 des normes **SSG-33** pour avoir une liste complète des paragraphes du règlement **SSR-6** auxquels se conformer.
 - b) S'il est supérieur à 5 µSv/h, on lui attribue le code **ONU 2912** réservé aux « MATIÈRES RADIOACTIVES DE FAIBLE ACTIVITÉ SPÉCIFIQUE (LSA-I), non-fissiles ou fissiles-exceptées ». cf. pages 33-43 des normes **SSG-33** pour avoir une liste complète des paragraphes du règlement **SSR-6** auxquels se conformer. Consultez également l'Étape 8 concernant l'Indice de transport (« TI » pour *Transport Index*).
- 8) Les colis **UN 2912** doivent avoir leur TI déterminé en mesurant l'intensité de rayonnement maximale en mSv/h (milli Sievert par heure) autour du colis, à une distance d'un mètre, et en multipliant cette valeur par 100 pour obtenir le TI. La valeur du TI détermine la catégorie d'étiquette à apposer, et elle est notée sur cette étiquette (sauf pour la catégorie Blanche-I) :

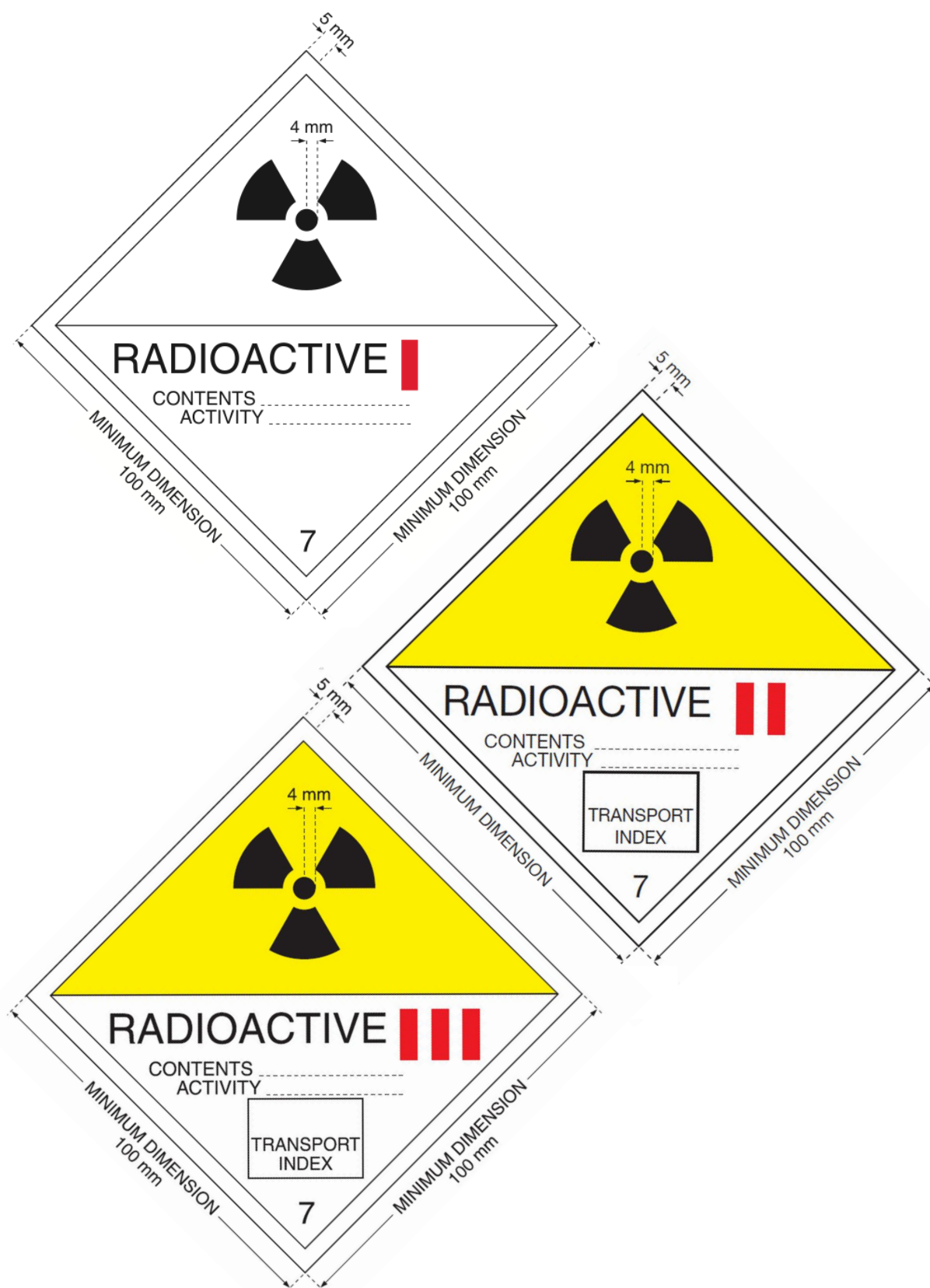
Indice de transport (TI)	Catégorie d'étiquette
Inférieur ou égal à 0,05 : peut être mentionné « 0 »	Blanche-I
de 0 à 1	Jaune-II
de 1 à 10	Jaune-III
Plus de 10	Jaune-III sous <i>utilisation exclusive</i>

¹⁸ http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119_scr.pdf

¹⁹ En gros, **SSG-33** fournit un sommaire complet des exigences en présentant la liste des paragraphes réglementaires qui s'appliquent à chaque numéro ONU. Pour expédier sous les numéros ONU 2910 ou ONU 2912, cherchez le numéro ONU qui convient et vous trouverez la liste des paragraphes applicables auxquels vous devez vous conformer. La version 2005 de ce document était connue sous le numéro **TS-G-1.6**. <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1666web-37958620.pdf>

²⁰ Les exigences seront différentes selon que les matières radioactives naturelles expédiées est susceptible de relever du numéro ONU 2910 ou ONU 2912 (c'est généralement ONU 2912). Dans certains cas limites, le statut 2910/2912 ne peut pas être connu avant que la matière soit emballée et prête pour l'expédition. Toutefois, les exigences pour les deux catégories sont plus ou moins les mêmes et cela ne devrait pas présenter de problèmes.

Étiquettes pour le transport Classe 7 ²¹



²¹ Ces étiquettes ont été reproduites à partir du document AIEA **SSR-6**, pages 69-71. Consulter également les pages 74-75 du même document pour des exemples de placards.

ONU 2910 par opposition à ONU 2912

Certaines des principales différences entre les exigences **ONU 2910** et **ONU 2912** sont comme suit (N.B. il s'agit là des différences uniquement, ce n'est pas une liste complète des exigences). On notera également que lorsqu'une limite d'activité du contenu est précisée à la fois pour 2910 et 2912, ceci est illimité étant donné que la valeur « A_2 » du Th(nat) et de l'U(nat) est illimitée.²²

ONU 2910	ONU 2912
Peut contenir et être transporté avec d'autres marchandises.	Le colis ne peut pas contenir d'articles autres que ceux qui sont nécessaires pour l'utilisation des matières radioactives.
Doit être emballé	Peut être transporté non emballé sous « <i>utilisation exclusive</i> ».
L'intensité de rayonnement en tout point de la surface externe d'un colis excepté ne peut pas dépasser 5 μ Sv/h.	L'intensité de rayonnement maximum en tout point de la surface externe du colis ou suremballage ne peut pas dépasser 2 mSv/h (noter les alternatives et exceptions).
TI pas nécessaire	TI à déterminer. Les colis et suremballages se voient attribuer la catégorie I-BLANCHE, catégorie II-JAUNE ou catégorie III-JAUNE.
Marquer chaque colis de la mention « UN 2910 »	Marquer chaque colis de la mention « UN 2912 » et « MATIÈRE RADIOACTIVE DE FAIBLE ACTIVITÉ SPÉCIFIQUE (LSA-I). » Marquer également chaque colis correspondant au type IP-1 de la mention « TYPE IP-1 ».
Marquer du mot « RADIOACTIVE » sur une surface <u>interne</u> de sorte qu'un avertissement de la présence d'une matière radioactive soit visible à l'ouverture du colis.	Les étiquettes doivent être apposées sur deux côtés opposés de l'extérieur du colis ou du suremballage, ou sur les quatre côtés d'un conteneur de fret. Mentionner le contenu « LSA-I » sur l'étiquette ainsi que l'activité maximum de ce contenu (en MBq ou GBq, cf. exemples dans l'Annexe 1).
Peut être envoyé par courrier postal national ou international (<i>par ex.</i> dans le cas d'échantillons).	Ne peut pas être envoyé par la poste. Diverses restrictions et obligations peuvent être appliquées au cours du transport.

²² La valeur « A_2 » est une limite s'appliquant à la plupart des radionucléides et spécifiant la quantité qui peut être transportée dans un colis dit de « Type A ». La plupart des matières radioactives naturelles ont leur radioactivité basée sur le thorium naturel Th(nat) et l'uranium naturel U(nat) dont les valeurs A_2 sont « *illimitées* », et par conséquent toutes les limites reposant sur des valeurs A_2 sont également illimitées pour ces matières radioactives naturelles.

Annexe 3 : Documents de référence et lectures complémentaires

Le texte intégral du règlement de transport de l'AIEA, **SSR-6**, peut être téléchargé sur http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1570f_web.pdf

Documents de référence relatifs au SSR-6

Outre le règlement **SSR-6**, l'AIEA conserve aussi les documents de référence suivants²³ qui sont revus et révisés régulièrement. Ceux-ci sont utiles pour permettre de comprendre l'objectif du texte réglementaire et la manière dont l'on peut s'y conformer. À cet égard, les deux références les plus utiles dans cette liste sont les documents **SSG-26** et **SSG-33** :

- Les documents d'information sur le règlement de l'AIEA sur la sûreté du transport des matières radioactives (Édition 2012) – **SSG-26** ;²⁴
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1586web-99435183.pdf>
- *Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material* – **TS-G-1.2 (ST-3)** – Édition 2012 ;
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119_scr.pdf
- *Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material* – **TS-G-1.3** – Édition 2007 ;
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1269_web.pdf
- *The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material* – **TS-G-1.4** – Édition 2008 ;
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1352_web.pdf
- *Schedules of Provisions of the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material* (Édition 2012) – **SSG-33** – publié en 2015 ;²⁵
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1666web-37958620.pdf>

²³ N.B. Le document connexe « *Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material* » – TS-G-1.5 – Édition 2009 (http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1361_web.pdf) est destiné uniquement aux autorités compétentes.

²⁴ **SSG-26** est essentiellement un texte d'accompagnement à consulter en conjonction avec le règlement **SSR-6**: presque paragraphe par paragraphe, **SSG-26** explique l'objectif et le contexte du texte de **SSR-6**. La version 2008 et les versions précédentes de ce document étaient connues sous le numéro **TS-G-1.1**.

²⁵ **SSG-33** fournit fondamentalement un sommaire complet des exigences en présentant la liste des paragraphes réglementaires qui s'appliquent à chaque numéro ONU. Pour expédier sous les numéros ONU 2910 ou ONU 2912, cherchez le numéro ONU qui convient et vous trouverez la liste des paragraphes applicables auxquels vous devez vous conformer. La version 2005 de ce document était connue sous le numéro **TS-G-1.6**.

Autres réglementations s'appliquant au transport, y compris les réglementations modales

Comme cela a été expliqué dans la vue d'ensemble sur les réglementations s'appliquant au transport, le document de l'AIEA **SSR-6** tient seulement lieu de recommandation, malgré le mot « Règlement » dans son titre.²⁶ **SSR-6** constitue la base des autres réglementations modales, par exemple :

- Les « Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses - Règlement type » (Règlement modèle des Nations Unies) – Rév. 19 publiée en 2015; http://www.unece.org/fr/trans/danger/publi/unrec/rev19/19files_f.html
- Le « Code international du transport de marchandises dangereuses par voie maritime » (Code IMDG) pour les transports par bateau – publié en 2016 (pas disponible en téléchargement gratuit) ; <http://www.imo.org/fr/Publications/IMDGCode/Pages/Default.aspx>
- L'« Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route » (ADR) pour le transport routier au sein de l'UE et dans les pays signataires – publié en 2015 ; <http://www.unece.org/fr/trans/danger/publi/adr/adr2015/15contentsf.html>
- Le « Règlement européen concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses » (RID) pour le transport en train au sein de l'UE et dans les pays signataires – publié en 2015 ; http://otif.org/fileadmin/user_upload/otif_verlinkte_files/07_veroeff/99_geschuetzt/RID_2015_f/RID%202015%20F.pdf
- L'« Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieure » (ADN) pour le transport fluvial au sein de l'UE et dans les pays signataires – publié en 2015 ; http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adn/adn2015/French/VOL_1_F.pdf
- Les « Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses » (OACI - Instructions techniques) pour le transport par avion – publié en 2015 ; <http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/technical-instructions.aspx>

Lectures complémentaires

L'AIEA publie également une variété d'articles de recherches, revues et études, en plus des différents textes qui énoncent les principes de base sur lesquels reposent toutes les réglementations (*c.-à-d.* pas uniquement celles des transports). Bien que ce ne soient pas des lectures obligatoires pour toute personne qui souhaite se conformer aux réglementations

²⁶ Celui-ci ne tient lieu de « règlement » que pour les transports organisés pour l'AIEA.

de transport, ces documents apportent des informations plus larges et plus en profondeur à ceux qui souhaitent comprendre ce qui forme la base et le contexte plus général des réglementations liées au transport.

- Principes fondamentaux de sûreté – **SF-1** – Édition 2006 ;
<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/7829/Fundamental-Safety-Principles>
- *Assessing the Need for Radiation Protection Measures in Work Involving Minerals and Raw Materials* – **SRS-49** – Édition 2006 ; *
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1257_web.pdf
- *Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance* – **RS-G-1.7** – Édition 2004 ;
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1202_web.pdf
- *Input data for quantifying risks associated with the transport of radioactive material* – **TECDOC-1346** (2003) ;
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1346_web.pdf
- *Regulatory Control for the Safe Transport of Naturally Occurring Radioactive Material (NORM)* – **TECDOC-1728** (2013) ; **
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1728_web.pdf
- *Transport Saves Lives* (Le transport sauve des vies) – brochure appelant à l'action pour soutenir le transport des matières radioactives (2012)
<http://www.tanb.org/images/Denial%20of%20Shipment%20brochure%202012.pdf>
- *Transport For Life* (Le transport pour la vie) – appel à l'action concernant le transport des matières radioactives (2011)
<http://www.tanb.org/images/Denial%20of%20Shipment%20brochure%202011.pdf>

* : **SRS-49** mentionne spécifiquement le niobium et le tantale dans le paragraphe 3.1.3, toutefois, les valeurs de concentration de radioactivité qui y sont décrites comme « typiques » sont considérées par le présent auteur comme étant des valeurs de niveau supérieur qui ne sont atteintes que dans une minorité de cas. Peu importe ce qui est « typique » ou non, « la responsabilité première en matière de sûreté doit incomber à la personne ou à l'organisme responsable des installations et activités entraînant des risques radiologiques »²⁷, et ces personnes ou organismes doivent évaluer régulièrement les concentrations de radioactivité de leurs matières, et agir en conséquence.

** : **TECDOC-1728** est le rapport final publié à la suite du projet de recherche de l'AIEA auquel le T.I.C. a contribué de 2006 à 2010. Les recherches du T.I.C. ont été soumises avec l'aimable soutien du Canada, et les lecteurs trouveront les résultats des recherches du T.I.C. dans les parties canadiennes de ce rapport.

²⁷ **SSR-6** paragraphe 101.

Sites web utiles

Des informations générales supplémentaires sont disponibles sur les pages web suivantes :

- Réseau ALARA européen pour les matières radioactives naturelles
<http://ean-norm.eu/>
- IAEA Transport Safety Unit (Unité pour la sûreté du transport)
<http://www-ns.iaea.org/tech-areas/radiation-safety/transport.asp>
- Groupe de travail sur la facilitation des transports (TFWG)
<https://www.eiseverywhere.com//ehome/203772>
- T.I.C. (page publique du site web sur le transport)
<http://www.tanb.org/view/transport-of-norm>
- Association nucléaire mondiale (ANM)
<http://www.world-nuclear.org>
- World Nuclear Transport Institute (WNTI)
<http://www.wnti.co.uk/language/français.aspx>

Annexe 4 : Politique de transport du T.I.C.

Contexte

Le Centre International d'Etude de Tantale et de Niobium (T.I.C.) a une large base d'adhérents englobant tous les niveaux des industries du niobium et du tantale, depuis l'exploitation minière jusqu'à la fabrication de produits et composants. Tout au long de la chaîne d'approvisionnement, il est nécessaire de transporter les matières premières, notamment les concentrés de minerais et les scories secondaires, d'où sont extraits le niobium et le tantale. Certaines de ces matières premières renferment également du thorium et/ou de l'uranium naturel, à des niveaux qui sont souvent au-dessus du seuil d'exemption établi par l'AIEA et reconnu à l'échelle internationale dans les réglementations modales telles que celles de l'OACI, de l'OMI et de la CEE-UN et dans de nombreuses réglementations nationales. Cette politique²⁸ a été adoptée par les membres du T.I.C. en octobre 2014 lors de la 55^{ème} Assemblée Générale qui s'est tenue à New York, NY, États-Unis d'Amérique.

Politique

En tant qu'association représentant l'industrie, le T.I.C. s'engage à adopter des pratiques commerciales légales et éthiques. Nous encourageons constamment nos membres à respecter ces principes et nous souhaitons exercer une influence positive sur la chaîne d'approvisionnement à cet égard. Cet engagement demande donc que chaque société membre du T.I.C. sans exception se conforme pleinement à toutes les réglementations internationales, nationales et locales en vigueur qui régissent la sécurité et la sûreté du transport des matières radioactives. Les membres doivent par ailleurs prendre des mesures pour confirmer que leurs fournisseurs directs se conforment pleinement à toutes les réglementations internationales, nationales et locales en vigueur qui régissent la sécurité et la sûreté du transport des matières radioactives. Il est attendu des membres qu'ils communiquent et coopèrent avec les autorités compétentes afin de s'assurer que les obligations en matière de conformité indiquées ci-dessus sont respectées. Le T.I.C. pour sa part s'engage à apporter son assistance par le biais de conseils, facilitation et recommandations pour aider ses membres dans leur devoir de conformité.

Champ d'application

Le champ d'application de cette politique concerne le transport de toutes les matières premières contenant les éléments niobium et/ou tantale, dont la radioactivité dépasse le seuil d'exemption applicable et pertinent pour les matières radioactives. Cette radioactivité inclut, mais sans s'y limiter nécessairement, le thorium et l'uranium naturels et leurs produits de désintégration. Le transport des matières radioactives inclut le transport des matières dangereuses appartenant à la Classe 7.

²⁸ <http://www.tanb.org/images/TIC%20Policy%20on%20transport.pdf>