

PROJET DE GUIDE
Version non validée

La radioprotection dans les activités
de transport de substances
radioactives

GUIDE N° XX

Version du 24/10/2017



Préambule

La collection des guides de l'ASN regroupe les documents à destination des professionnels intéressés par la réglementation en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (exploitants, utilisateurs ou transporteurs de sources de rayonnements ionisants, professionnels de santé).

Ces guides peuvent également être diffusés auprès des différentes parties prenantes, telles que les Commissions locales d'information.

Chaque guide a pour objet, sous forme de recommandations :

- d'expliciter une réglementation et les droits et obligations des personnes intéressées par la réglementation ;*
- d'expliciter des objectifs réglementaires et de décrire, le cas échéant, les pratiques que l'ASN juge satisfaisantes ;*
- de donner des éléments d'ordre pratique et des renseignements utiles sur la sûreté nucléaire et la radioprotection.*





Sommaire

1. INTRODUCTION	5
1.1. CONTEXTE	5
1.2. CHAMP D'APPLICATION	5
1.3. OBJET DU GUIDE.....	6
2. DÉFINITIONS ET CADRE RÉGLEMENTAIRE	6
2.1. DEFINITIONS	6
2.2. TEXTES INTERNATIONAUX FONDANT LE CADRE REGLEMENTAIRE FRANÇAIS	7
2.3. CADRE REGLEMENTAIRE FRANÇAIS.....	7
2.3.1 CODE DE LA SANTE PUBLIQUE ET AUTRES REGLEMENTATIONS ASSOCIEES	8
2.3.2 CODE DU TRAVAIL	10
2.3.3 CODE DES TRANSPORTS	11
2.3.4 CODE DE L'ENVIRONNEMENT	11
2.3.5 AGENTS CHARGES DU CONTROLE	11
2.4. GUIDES	12
3. PROGRAMME DE PROTECTION RADIOLOGIQUE	12
3.1. NECESSITE D'UN PROGRAMME DE PROTECTION RADIOLOGIQUE.....	12
3.2. PORTEE DU PROGRAMME DE PROTECTION RADIOLOGIQUE	15
3.2.1 ACTIVITES DE L'ENTREPRISE.....	15
3.2.2 CAS DES INTERACTIONS ENTRE PLUSIEURS ENTREPRISES.....	15
3.3. ROLES ET RESPONSABILITES DANS L'ENTREPRISE ET EVENTUELLES INTERFACES AVEC DES ACTEURS EXTERNES	16
3.4. ÉVALUATION DES DOSES ET OPTIMISATION DES EXPOSITIONS	16
3.4.1 PRINCIPE	16
3.4.2 METHODES D'ÉVALUATION DE LA DOSE EXTERNE.....	17
3.4.3 METHODES D'ÉVALUATION DE LA DOSE INTERNE.....	18
3.4.4 LIMITES DE DOSES, CONTRAINTES DE DOSES ET OPTIMISATION	18
3.4.5 SURVEILLANCE DES DOSES REÇUES PAR LES TRAVAILLEURS	21
3.5. CONTROLES DES AMBIANCES DE TRAVAIL, DES COLIS ET DES VEHICULES EN MATIERE DE RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS ET DU PUBLIC	22
3.5.1 CONTROLES INTERNES IMPOSES PAR LE CODE DE LA SANTE PUBLIQUE	22
3.5.2 CONTROLES PREVUS PAR LE CODE DU TRAVAIL.....	22
3.5.3 CONTROLES PREVUS PAR LA REGLEMENTATION SUR LE TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES	23



3.6. DISTANCES DE SEPARATION ENTRE LES COLIS ET LES TRAVAILLEURS OU LES COLIS ET LE PUBLIC	26
3.7. FORMATION	29
3.8. SYSTEME DE MANAGEMENT (ASSURANCE DE LA QUALITE)	30
4. AUTRES OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES	31
4.1. PERSONNE COMPETENTE EN RADIOPROTECTION (PCR) – CONSEILLER A LA SECURITE DES TRANSPORTS (CST)	31
4.2. SUIVI MEDICAL	33
4.3. ZONAGE RADIOLOGIQUE DES INSTALLATIONS.....	33
GLOSSAIRE.....	35



1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

Près d'un million de colis de substances radioactives sont transportés chaque année sur le territoire français. Parmi ceux-ci, seuls 12 % sont transportés pour le compte de l'industrie nucléaire. La très grande majorité (88 %) concerne donc les secteurs de l'industrie non-nucléaire, de la santé ou de la recherche (secteurs dits du « nucléaire de proximité »), dont 30 % pour l'approvisionnement des hôpitaux en produits radiopharmaceutiques et en sources de curiethérapie. Ces transports ont principalement lieu par route.

Les travailleurs impliqués dans le transport de substances radioactives sont potentiellement exposés à des rayonnements ionisants, notamment du fait de leur proximité avec les colis. Les personnes du public se trouvant dans le voisinage immédiat des véhicules de transport peuvent également être exposées, dans une moindre mesure. La réglementation prévoit donc des dispositions afin de protéger les travailleurs, le public et l'environnement des dangers des rayonnements ionisants. En particulier, la réglementation relative au transport prévoit que les entreprises intervenant lors d'une opération de transport de substances radioactives doivent établir un programme de protection radiologique. Le programme de protection radiologique présente l'ensemble des dispositions prises par une entreprise pour assurer la radioprotection à l'occasion des transports qu'elle réalise.

Les inspections conduites par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en 2015-2016 révèlent chez certains acteurs du transport une prise en compte insuffisante du risque d'exposition des travailleurs et du public aux rayonnements ionisants dans la définition et la mise en œuvre de leurs mesures de prévention, alors que les activités de transport peuvent présenter des enjeux de radioprotection importants pour les travailleurs. Le suivi individuel de l'exposition aux rayonnements ionisants de ceux qui en bénéficient (suivi dosimétrique) montre que les conducteurs transportant des produits radiopharmaceutiques sont plus exposés que la moyenne des travailleurs intervenant dans les autres secteurs d'activité, avec des doses annuelles pouvant atteindre 14 millisieverts par an (mSv/an), ce qui représente une fraction importante de la limite réglementaire fixée à 20 mSv/an.

En termes de recommandations destinées à la radioprotection lors d'opérations de transport, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a publié le guide n° TS-G-1.3 [14], qui porte sur le contenu recommandé pour un programme de protection radiologique (voir chapitre 3). Le présent document a été élaboré sur la base de ce guide, tout en l'adaptant aux spécificités de la réglementation applicable en France.

1.2. Champ d'application

Le présent guide est applicable à tous les modes de transport (routier, ferroviaire, fluvial, maritime, aérien) et à toutes les opérations de transport de substances radioactives au cours desquelles des personnes (travailleur ou membre du public) sont susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants : préparation des colis, manutention, acheminement, chargement, déchargement, etc. Il ne vise donc pas :

- la conception et la fabrication des emballages,
- leur entretien et leur réparation si ces opérations sont effectuées sur des emballages décontaminés en deçà des seuils réglementaires fixés à l'article 2.2.7.1.2 de l'ADR [1].

Par souci de simplification, ce guide fera seulement référence aux articles de l'arrêté TMD [8] et de l'ADR [1], règlements qui encadrent le transport par route. Sauf mention contraire, les recommandations du guide sont également valables pour les autres modes de transport.



Il traite de la protection des travailleurs et du public contre les risques liés à une exposition aux rayonnements ionisants, dans les conditions de transport de routine ou incidentelles. Il ne traite en revanche pas des situations accidentelles, ni post-accidentelles, qui font l'objet du guide ASN n° 17 [16].

1.3. Objet du guide

Le présent document est destiné aux professionnels exerçant une activité de transport de substances radioactives. Il rappelle les exigences réglementaires en lien avec la radioprotection des travailleurs et du public et précise l'articulation entre les différents textes applicables. De plus, il présente les recommandations de l'ASN pour appliquer de manière satisfaisante ces exigences.

2. DÉFINITIONS ET CADRE RÉGLEMENTAIRE

2.1. Définitions

Les opérations de transport sont définies à l'article 1.7.1.3 de l'ADR [1]. Il s'agit de : la conception, la fabrication, l'entretien et la réparation des emballages, l'envoi, le chargement, l'acheminement, y compris l'entreposage en transit, le déchargement et la réception au lieu de destination final des chargements des substances radioactives et des colis.

Comme indiqué au chapitre 1.2, le présent guide ne concerne que les opérations de transport au cours desquelles il existe un risque d'exposition des travailleurs ou du public aux rayonnements ionisants.

La radioprotection consiste à protéger les travailleurs, le public et l'environnement de l'effet néfaste des rayonnements ionisants.

Article L. 591-1 du code de l'environnement

La radioprotection est la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement.



Elle repose sur trois grands principes : la justification, l'optimisation et la limitation. Ces principes sont définis à l'article L. 1333-2 du code de la santé publique.

Article L. 1333-2 du code de la santé publique

Les activités nucléaires satisfont aux principes suivants :

1° Le **principe de justification**, selon lequel une activité nucléaire ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes ;

2° Le **principe d'optimisation**, selon lequel le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités, la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché ;

3° Le **principe de limitation**, selon lequel l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou dans le cadre d'une recherche mentionnée au 1° de l'article L. 1121-1.

2.2. Textes internationaux fondant le cadre réglementaire français

Les textes ci-dessous fondent le cadre réglementaire français :

- [1] Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR)
- [2] Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID)
- [3] Instructions techniques de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (IT de l'OACI)
- [4] Code maritime international des marchandises dangereuses (Code IMDG)
- [5] Accord européen relatif au transport de matières dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN)
- [6] Règlement de transport des matières radioactives, édition de 2012, prescriptions de sûreté particulières de l'AIEA n° SSR-6
- [7] Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants

2.3. Cadre réglementaire français

Les textes ci-dessous fixent les prescriptions réglementaires applicables en France :

- [8] Arrêté du 29 mai 2009 modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit « arrêté TMD »)
- [9] Arrêté du 6 décembre 2013 modifié relatif aux modalités de formation de la personne compétente en radioprotection et de certification des organismes de formation



- [10] Arrêté du 15 mai 2006 modifié relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées (dit « arrêté zonage »)
- [11] Décision n° 2015-DC-0503 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 12 mars 2015 relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français (homologuée par l'arrêté du 24 juillet 2015)
- [12] Décision n° 2010-DC-0175 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 4 février 2010 précisant les modalités techniques et les périodicités des contrôles prévus aux articles R. 4452-12 et R. 4452-13 du code du travail ainsi qu'aux articles R. 1333-7 et R. 1333-95 du code de la santé publique (homologuée par l'arrêté du 21 mai 2010)
- [13] Décision n° 2009-DC-0147 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2009 fixant les conditions d'exercice des fonctions d'une personne compétente en radioprotection externe à l'établissement en application de l'article R. 4456-4 du code du travail (homologuée par l'arrêté du 24 novembre 2009)

Outre ces arrêtés et décisions, le transport de substances radioactives est régi par plusieurs obligations réglementaires, notamment liées au code de la santé publique (voir chapitre 2.3.1), au code du travail (voir chapitre 2.3.2) et au code des transports (voir chapitre 2.3.3), qui s'appliquent concomitamment et qui ont certains objectifs communs. Les dispositions du présent guide permettent de remplir les obligations de ces différents textes relatives à la radioprotection des travailleurs et du public.

2.3.1 Code de la santé publique et autres réglementations associées

Le transport de substances radioactives est une activité nucléaire au sens de l'article L. 1333-1 du code de la santé publique et est donc soumis à ce titre aux dispositions de ce code qui visent à protéger le public et l'environnement des dangers présentés par les rayonnements ionisants.

Article L. 1333-1 du code de la santé publique

Les dispositions du présent chapitre s'appliquent :

1° Aux activités comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants lié à la mise en œuvre soit d'une source artificielle, qu'il s'agisse de substances ou de dispositifs, soit d'une source naturelle, qu'il s'agisse de substances radioactives naturelles ou de matériaux contenant des radionucléides naturels, ci-après dénommées activités nucléaires ;

En application de l'article R. 1333-44 du code de la santé publique, la décision n° 2015-DC-0503 de l'ASN [11] instaure une obligation de déclaration auprès de l'ASN des entreprises réalisant les opérations identifiées à l'article 1 de la décision, dès lors que le transport associé se déroule au moins en partie sur le territoire français.



Décision n° 2015-DC-0503 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 12 mars 2015 relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français

Article 1^{er}

En application des articles L. 1333-4¹ et R. 1333-44 du code de la santé publique, les entreprises qui réalisent les opérations de transport de substances radioactives mentionnées au présent article sont soumises à un régime de déclaration dès lors que ces opérations ne sont pas totalement exemptées des prescriptions de la réglementation applicable au transport de marchandises dangereuses de la classe 7, mentionnée ci-dessous :

- le règlement (CEE) n° 3922/91 du Conseil du 16 décembre 1991 modifié relatif à l'harmonisation de règles techniques et de procédures administratives dans le domaine de l'aviation civile ;
- l'arrêté du 29 mai 2009 modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres, dit « arrêté TMD » ;
- l'arrêté du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires ;
- l'arrêté du 18 juillet 2000 modifié réglementant le transport et la manutention des matières dangereuses dans les ports maritimes ;
- l'arrêté du 22 mars 2001 relatif aux envois postaux de matières radioactives.

Les opérations concernées sont :

- l'acheminement de colis de substances radioactives ;
- le chargement ou le déchargement de colis de substances radioactives y compris sur les plateformes logistiques, dans les aéroports et les ports ;
- la manutention de colis de substances radioactives réalisée après le chargement du colis sur son site d'expédition et avant son déchargement sur son site de réception ;

réalisées pour les transports par voie terrestre (route, rail, voies de navigation intérieure) dont tout ou partie se déroule sur le territoire national, ou par voie maritime et comportant une escale dans un port français ou par voie aérienne et, comportant une escale dans un aéroport français.

Ne sont pas concernées :

- les opérations de transport réalisées entièrement à l'intérieur d'une installation nucléaire de base définie à l'article L. 593-2 du code de l'environnement ou d'une installation nucléaire intéressant la défense définie à l'article L. 1333-15 du code de la défense ;
- les opérations de transport réalisées entièrement à l'intérieur d'une installation faisant l'objet de l'autorisation mentionnée à l'article L. 512-1 du code de l'environnement ou de l'autorisation mentionnée à l'article L. 162-3 du code minier, si ces autorisations prennent en compte l'utilisation ou la détention de sources radioactives dans l'installation.

Sont dispensées de la déclaration mentionnée au premier alinéa les entreprises qui réalisent des opérations de transport seulement pour des substances radioactives pour lesquelles elles disposent d'une autorisation de détention ou d'utilisation ou ont effectué une déclaration de détention ou d'utilisation en application du b) du 1°) du I de l'article R. 1333-17 du code de la santé publique.

¹ La partie législative du code de la santé publique a été modifiée depuis l'entrée en vigueur de la décision. L'article qui reprend les dispositions de l'ancien L. 1333-4 est le L. 1333-8.



À cet égard, l'ASN souligne que :

- l'« acheminement de colis de substances radioactives » inclut le stationnement en cours de transport et l'entreposage en transit (c'est à dire l'entreposage de colis au cours d'un transport, par exemple en attendant un changement de moyen de transport) ;
- les opérations de transport de substances radioactives réalisées uniquement à l'intérieur d'une installation nucléaire de base (INB) sont considérées comme faisant partie de l'exploitation de cette installation et sont couvertes à ce titre par son autorisation. Elles sont encadrées par l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base. Ces opérations font également l'objet du guide n° 34 de l'ASN relatif à la mise en œuvre des exigences réglementaires applicables aux opérations de transport interne [17]. Ainsi, une entreprise qui ne fait que charger des colis au sein d'une INB est dispensée de la déclaration, même si les colis sont ensuite transportés hors de l'installation ;
- la déclaration à l'ASN n'est pas requise si l'entreprise réalisant les opérations de transport de substances radioactives bénéficie déjà d'une autorisation ou d'une déclaration pour la détention ou l'utilisation de ces substances au titre de l'article L. 1333-8 du code de la santé publique. Il peut s'agir d'une activité de transport :
 - pour compte propre, par exemple le transport d'un gammagraphe par l'entreprise de radiographie industrielle ;
 - pour compte d'autrui, par exemple un producteur de radiopharmaceutiques livrant lui-même les sources qu'il a produites à un établissement hospitalier.
- conformément à l'alinéa II de l'article R. 1333-44 du code de la santé publique, les autorisations de transport aérien de substances radioactives délivrées en application de l'article R. 330-1-1 du code de l'aviation civile tiennent lieu de la déclaration auprès de l'ASN.

2.3.2 Code du travail

Les dispositions relatives à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, fixées aux articles R. 4451-1 et suivants du code du travail s'appliquent aux activités nucléaires relevant d'un des régimes administratifs prévus à l'article L. 1333-8 du code de la santé publique (régimes de déclaration, d'enregistrement ou d'autorisation). Ces dispositions s'appliquent donc aux entreprises de transport soumises à une déclaration auprès de l'ASN du fait de la décision n° 2015-DC-0503 précitée, que la déclaration ait été effectuée ou non.

L'ASN souligne que les entreprises qui sont dispensées de la déclaration en application de l'article 1 de cette décision sont également soumises à ces dispositions du code du travail car elles relèvent d'un autre régime administratif visé par le code du travail. Par exemple :

- une entreprise qui charge des colis de substances radioactives dans l'enceinte d'une INB voit son activité « couverte » par l'autorisation de cette installation. L'entreprise entre donc dans le cadre de l'article R. 4451-1 du code du travail ;
- une entreprise qui réalise des opérations de transport seulement pour des substances radioactives pour lesquelles elle dispose d'une autorisation de détention ou d'utilisation, d'un enregistrement ou d'une déclaration est soumise aux dispositions du code du travail relatives aux rayonnements ionisants du fait de cette autorisation ;
- une entreprise réalisant des opérations de maintenance sur des emballages non décontaminés voit son activité couverte par la déclaration, l'enregistrement ou l'autorisation dont doit disposer l'atelier pour accueillir ces colis.



Par ailleurs, les articles R. 4515-1 et suivants du code du travail s'appliquent aux opérations de chargement et de déchargement de colis de substances radioactives.

Code du travail

Article R. 4515-4

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

Article R. 4515-5

Le protocole de sécurité comprend les informations utiles à l'évaluation des risques de toute nature générés par l'opération ainsi que les mesures de prévention et de sécurité à observer à chacune des phases de sa réalisation.

2.3.3 Code des transports

Le code des transports (articles L. 1252-1 et R. 1252-8) appelle l'arrêté TMD [8], qui rend applicable les accords internationaux spécifiques à chaque mode de transport (les règlements modaux) et précise ou complète leurs dispositions. Dans le cas des transports de substances radioactives par route, très majoritaires, le règlement modal applicable est l'ADR [1]. Il encadre le transport des marchandises dangereuses, dont les substances radioactives font partie.

L'ADR [1] prévoit notamment plusieurs dispositions pour assurer la protection des travailleurs, du public et de l'environnement contre les dangers des rayonnements ionisants. Parmi elles, il convient de souligner la nécessité d'élaborer et de mettre en œuvre un programme de protection radiologique (voir chapitre 3).

2.3.4 Code de l'environnement

L'article L. 595-1 du code de l'environnement dispose que l'ASN est l'autorité compétente pour contrôler le transport de substances radioactives, prendre les décisions individuelles requises et recevoir les déclarations et notifications.

2.3.5 Agents chargés du contrôle

Le contrôle de l'application des dispositions réglementaires précitées repose sur plusieurs corps d'inspection, notamment :

Corps d'inspection	Domaine de compétence	Fondement juridique
Agents de contrôle du système d'inspection du travail	Dispositions du code du travail et dispositions concernant le transport de marchandises dangereuses (TMD) par voie terrestre, ce qui inclut le transport de substances radioactives (correspond à la classe 7)	Articles L. 8112-1 du code du travail et L. 1252-2 du code des transports



Inspecteurs de la radioprotection	Dispositions du code de la santé publique concernant les rayonnements ionisants et des articles R. 4451-1 à R. 4451-144 du code du travail.	Article L. 1333-30 du code de la santé publique
Inspecteurs de la sûreté nucléaire	Dispositions relatives au transport de substances radioactives (correspond à la classe 7) de l'arrêté TMD et de l'ADR	Articles L. 1252-2 du code des transports et L. 596-3 du code de l'environnement
Secrétaires d'administration et de contrôle du développement durable (SACDD) spécialité « contrôle des transports terrestres »	Dispositions relatives au transport de marchandises dangereuses de toutes les classes (1 à 9)	Article L. 1252-2 du code des transports

2.4. Guides

Les guides ci-dessous apportent des recommandations de bonnes pratiques sur le sujet traité dans le présent document.

- [14] IAEA Safety Standards Series n° TS-G-1.3 “Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material”
- [15] IAEA Specific Safety Guide SSG-26 “Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition)”
- [16] Guide de l'ASN n° 17 relatif au contenu des plans de gestion des incidents et accidents de transport de substances radioactives
- [17] Guide de l'ASN n° 34 relatif à la mise en œuvre des exigences réglementaires applicables aux opérations de transport interne

3. PROGRAMME DE PROTECTION RADIOLOGIQUE

3.1. Nécessité d'un programme de protection radiologique

L'ADR prévoit que toutes les opérations de transport de substances radioactives (préparation du colis, envoi, manutention du colis, chargement, déchargement, acheminement, entreposage en transit, déballage, réception, etc.) soient encadrées par un programme de protection radiologique (PPR).

Pour remplir cette obligation, l'ASN estime que chaque entreprise intervenant lors d'une opération de transport de substances radioactives doit établir un PPR.

L'exigence de la mise en place d'un PPR s'applique quel que soit le mode de transport (routier, ferroviaire, fluvial, aérien, maritime) et quels que soient les types de substances transportées (matières en colis



exceptés, matières fissiles, matières LSA² et SCO³, matières en colis de type A, matières en colis de type B, etc.).

Le PPR définit les objectifs de radioprotection, ainsi que les moyens nécessaires pour atteindre ces objectifs en tenant compte de la nature et de l'ampleur des risques (article 1.7.2.3 de l'ADR). **Le principe de l'approche graduée s'applique : le niveau de détail du PPR et l'ampleur des dispositions qu'il contient doivent être proportionnés aux enjeux de radioprotection des opérations de transport réalisées.**

Quel que soit le niveau du risque, même faible, le PPR comporte obligatoirement (article 1.7.2.3 de l'ADR) :

- les contraintes de doses individuelles⁴ définies en deçà des valeurs limites réglementaires pour le public et les travailleurs, ainsi que les mesures prises pour optimiser la radioprotection et la sûreté en tenant compte des interactions entre le transport et d'autres activités éventuelles (article 1.7.2.2 de l'ADR : les « limites de doses pertinentes » auxquelles cet article fait référence doivent s'entendre comme les limites réglementaires de dose) ;
- les estimations des doses prévisionnelles individuelles résultant des opérations de transport pour les travailleurs et les dispositions de surveillance individuelle ou des lieux de travail retenues (article 1.7.2.4 de l'ADR) ;
- les dispositions pour assurer la formation des travailleurs (article 1.7.2.5 de l'ADR) ;
- les mesures prises pour s'assurer du respect des distances minimales de séparation entre les colis de substances radioactives et les travailleurs ou le public (article 7.5.11 CV33 (1.1) de l'ADR).

Extraits de l'ADR	
1.7.2.1	Le transport des matières radioactives doit être régi par un programme de protection radiologique, qui est un ensemble de dispositions systématiques dont le but est de faire en sorte que les mesures de protection radiologique soient dûment prises en considération.
1.7.2.2	Les doses individuelles doivent être inférieures aux limites de doses pertinentes. La protection et la sécurité doivent être optimisées de façon que la valeur des doses individuelles, le nombre de personnes exposées et la probabilité de subir une exposition soient maintenus aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux, avec cette restriction que les doses individuelles sont soumises aux contraintes de dose. Il faut adopter une démarche rigoureuse et systématique prenant en compte les interactions entre le transport et d'autres activités.
1.7.2.3	La nature et l'ampleur des mesures à mettre en œuvre dans ce programme doivent être en rapport avec la valeur et la probabilité des expositions aux rayonnements. Le programme doit englober les dispositions des 1.7.2.2, 1.7.2.4, 1.7.2.5 et 7.5.11 CV 33 (1.1). La documentation relative au programme doit être mise à disposition, sur demande, pour inspection par l'autorité compétente concernée.
1.7.2.4	Dans le cas des expositions professionnelles résultant des activités de transport, lorsque l'on estime que la dose efficace :

² *Low Specific Activity* : il s'agit de matières dont l'activité massique est en-dessous de seuils définis dans la réglementation.

³ *Surface Contaminated Object* : il s'agit d'objets non radioactifs avec une contamination externe ne passant pas certains seuils définis dans la réglementation.

⁴ cf. définition au chapitre 3.4.4.



- a) se situera probablement entre 1 et 6 mSv en un an, il faut appliquer un programme d'évaluation des doses par le biais d'une surveillance des lieux de travail ou d'une surveillance individuelle ;
- b) dépassera probablement 6 mSv en un an, il faut procéder à une surveillance individuelle.

Lorsqu'il est procédé à une surveillance individuelle ou à une surveillance des lieux de travail, il faut tenir des dossiers appropriés.

***NOTA :** Dans le cas des expositions professionnelles résultant des activités de transport, lorsque l'on estime que la dose effective ne dépassera pas, selon toute probabilité, 1 mSv en un an, il n'est pas nécessaire d'appliquer des procédures de travail spéciales, de procéder à une surveillance poussée, de mettre en œuvre des programmes d'évaluation des doses ou de tenir des dossiers individuels.*

1.7.2.5	Les travailleurs (voir 7.5.11 CV 33 Nota 3) doivent être formés de manière appropriée sur la radioprotection, y compris les précautions à prendre pour restreindre leur exposition au travail et l'exposition des autres personnes qui pourraient subir les effets de leurs actions.
7.5.11 CV 33 (1.1)	<p>Les colis, suremballages, conteneurs et citernes contenant des matières radioactives et les matières radioactives non emballées doivent être séparés au cours du transport :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) des travailleurs employés régulièrement dans des zones de travail : <ul style="list-style-type: none"> i) conformément au tableau A ci-dessous [voir page 27] ; ou ii) par des distances calculées au moyen d'un critère pour la dose de 5 mSv en un an et de valeurs prudentes pour les paramètres des modèles ; <p><i>NOTA : les travailleurs qui font l'objet d'une surveillance individuelle à des fins de protection radiologique ne doivent pas être pris en considération aux fins de la séparation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> b) des membres du public, dans des zones normalement accessibles au public : <ul style="list-style-type: none"> i) conformément au tableau A ci-dessous [voir page 27] ; ou ii) par des distances calculées au moyen d'un critère pour la dose de 1 mSv en un an et de valeurs prudentes pour les paramètres des modèles ;

L'ASN recommande donc qu'un PPR comporte les chapitres suivants :

- portée du programme de protection radiologique ;
- rôles et responsabilités dans l'entreprise et éventuelles interfaces avec des acteurs externes ;
- évaluations des doses et optimisation des expositions ;
- contrôle des ambiances de travail, des colis et véhicules ;
- distances de séparation entre les colis et les travailleurs et entre les colis et le public ;
- formation ;
- système de management applicable (assurance de la qualité).

Les chapitres 3.2 à 3.8 ci-dessous détaillent le contenu attendu pour chacun de ces chapitres ainsi que les exigences réglementaires associées.

Le PPR doit être tenu à la disposition des autorités compétentes en matière de contrôles (articles 2.2.4 et 1.7.2.3 de l'ADR).



Au titre de l'article R. 4121-1 du code du travail, l'employeur est tenu d'inventorier tous les risques auxquels sont soumis les travailleurs, dans un document unique d'évaluation des risques (DUER). Afin de ne pas dupliquer des documents avec des contenus identiques, l'employeur pourra simplement référencer le PPR dans la partie du DUER relative à l'exposition aux rayonnements ionisants. Réciproquement, l'employeur peut également choisir de référencer le DUER dans la partie du PPR relative à l'évaluation de l'exposition des travailleurs. Le PPR doit néanmoins traiter les autres aspects, en particulier l'exposition du public.

Cette approche peut être généralisée aux autres parties du PPR : leur contenu peut également se trouver dans des documents qui existent par ailleurs, à condition qu'ils soient référencés dans le PPR.

3.2. Portée du programme de protection radiologique

3.2.1 Activités de l'entreprise

Le PPR doit être adapté aux activités de l'entreprise. Il doit couvrir tous les aspects du transport : toutes les activités de transport exercées, tous les modes de transport concernés, tous les types de colis, l'ensemble des personnes potentiellement exposées (travailleurs et public).

L'objectif du chapitre « Portée du programme » du PPR est donc de décrire les activités de l'entreprise, au regard de leurs enjeux de radioprotection. Il devrait comporter :

- la liste des activités de transport de l'entreprise (acheminement, chargement, déchargement, manutention, emballage, etc.) ;
- les modes de transport concernés ;
- une description générale des substances radioactives concernées :
 - o une estimation du nombre de colis transportés annuellement (ou du nombre de colis chargés, déchargés, manutentionnés, emballés, etc.). Les éventuelles substances transportées non emballées sont incluses ;
 - o les types de colis concernés (en indiquant par exemple les numéros ONU des colis ou en donnant une description plus précise des contenus), avec une estimation des proportions des différents types ;
 - o les catégories des colis (étiquettes I-blanche, II-jaune, III-jaune ou sans étiquette), avec une estimation des proportions des différentes catégories ;
- le nombre de travailleurs, membres de l'entreprise ou sous-traitants, susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants, en indiquant également ceux qui sont impliqués dans l'organisation des activités de transport ;
- tout élément supplémentaire jugé nécessaire.

Comme souligné au chapitre 3.1, le niveau de détail doit être proportionné à l'importance des risques en matière de radioprotection des travailleurs et du public.

3.2.2 Cas des interactions entre plusieurs entreprises

Le paragraphe 1.7.2.2 de l'ADR indique que le PPR doit prendre en compte les interactions entre le transport et les autres activités. Pour l'application de ce paragraphe, l'ASN considère que, dans le cas où plusieurs entreprises interviennent dans le transport, chaque entreprise doit avoir son propre programme de protection radiologique. Cependant, l'une des entreprises peut se charger de l'ensemble des évaluations



dans son PPR, afin d'assurer une meilleure coordination des mesures de radioprotection, à condition que les autres entreprises y participent et y fassent référence dans leur propre PPR (ou dans leur document unique d'évaluation des risques (DUER), voir chapitre 3.1).

Lorsque des opérations de chargement et de déchargement ont lieu au sein d'un établissement, les dispositions des articles R. 4511-1 et suivants du code du travail s'appliquent. L'entreprise d'accueil et l'entreprise de transport doivent établir un « protocole de sécurité » comprenant une évaluation des risques – notamment du risque radiologique (mais pas uniquement) – et la description des mesures de prévention associées. Afin de ne pas multiplier les documents avec les mêmes contenus, le protocole de sécurité peut, pour sa partie sur le risque lié à l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants et la prise en compte des interactions entre le transport et les autres activités, se limiter à faire référence au PPR. Toutefois, ce dernier doit être daté, signé et tenu à disposition de l'inspection du travail au sein des établissements de l'entreprise d'accueil et de transport, comme doit l'être le protocole de sécurité.

3.3. Rôles et responsabilités dans l'entreprise et éventuelles interfaces avec des acteurs externes

Le PPR devrait contenir une description du rôle de chacun des acteurs, pour ce qui concerne la radioprotection. Il s'agit de définir clairement les responsabilités de chacun, en indiquant notamment les personnes en charge de la bonne application du PPR, les personnes manipulant les colis, les personnes réalisant les mesures de débit de dose et de contamination, les personnes effectuant les contrôles (y compris documentaires) pour s'assurer du respect des différentes exigences, etc. Ce chapitre peut être utilement illustré par un organigramme.

Conformément aux dispositions de l'article R. 1333-7 du code de la santé publique, « *le chef d'établissement ou le chef d'entreprise est tenu de mettre à disposition de la personne physique, responsable d'une activité nucléaire, tous les moyens nécessaires pour atteindre et maintenir un niveau optimal de protection de la population contre les rayonnements ionisants, dans le respect des prescriptions réglementaires qui lui sont applicables.* » Pour l'application de cet article, l'entreprise de transport doit, dans le cadre de son système de management (voir article 1.7.3.1 de l'ADR et chapitre 3.8) :

- désigner la ou les personnes en charge de la gestion et du suivi du PPR. Elles doivent être dotées des compétences et de l'autorité nécessaires pour appréhender les enjeux de radioprotection et pour contrôler la bonne application du PPR dans l'entreprise. Ce rôle pourrait par exemple être confié au conseiller à la sécurité des transports (s'il existe : voir chapitre 4.1) ou à la personne compétente en radioprotection (voir chapitre 4.1) ;
- définir et mettre à disposition les moyens et ressources nécessaires à la mise en œuvre du PPR (pouvoir décisionnel, personnel qualifié, matériel, formation, assurance de la qualité, etc.) ;
- vérifier que les objectifs de radioprotection (respect des contraintes de dose et efficacité des actions d'optimisation) ont été atteints ou, dans le cas contraire, identifier et analyser les causes des écarts aux objectifs, afin de mettre en œuvre les actions correctives nécessaires dans une optique d'amélioration continue.

3.4. Évaluation des doses et optimisation des expositions

3.4.1 Principe

L'évaluation des doses susceptibles d'être reçues par les travailleurs et le public constitue un élément clef du PPR, car elle permet d'adapter les dispositions de radioprotection aux risques. Il s'agit d'une obligation réglementaire, portée par le code du travail (pour les travailleurs), par le code de la santé publique (pour le public) et par la réglementation applicable au transport (pour les travailleurs et le public).



L'évaluation doit être réalisée préalablement à toute activité de transport, afin de s'assurer que l'ensemble des mesures de protection est *a priori* approprié.

L'évaluation des doses doit être menée en considérant les situations habituelles de travail et les incidents raisonnablement prévisibles. En revanche, il n'est pas nécessaire de prendre en compte les conditions accidentelles de transport, telles que définies dans l'ADR.

L'ADR définit des « conditions normales de transport », qui correspondent aux incidents qu'un colis peut subir en cours de transport et qui peuvent entraîner une augmentation de 20 % du débit de dose au contact du colis. L'ASN considère qu'un incident correspondant aux conditions normales de transport pourrait survenir en cours de transport sans être détecté. Aussi, l'évaluation des doses doit prendre en compte la possibilité d'un tel incident. Concrètement, les résultats de l'évaluation de dose, réalisée avec une des méthodes décrites au chapitre 3.4.2, doivent donc être majorés de 20 %.

L'évaluation des doses doit être vérifiée périodiquement et, si nécessaire, mise à jour. La fréquence de la vérification doit être précisée dans le PPR. L'ASN considère qu'une bonne pratique est d'effectuer cette vérification au moins une fois par an.

L'obligation de vérification périodique est également applicable même dans le cas où la dose prévisible est inférieure à 1 mSv/an pour les travailleurs. Cela permet notamment de confirmer que l'évaluation initiale reste pertinente, y compris si certaines modifications sont survenues dans l'activité de l'entreprise.

L'évaluation des doses devra, en tout état de cause, être actualisée en cas de modification des activités de l'entreprise susceptible de modifier significativement l'exposition des travailleurs ou du public.

Article R. 4451-11 du code du travail

Dans le cadre de l'évaluation des risques, l'employeur, en collaboration, le cas échéant, avec le chef de l'entreprise extérieure ou le travailleur non salarié, procède à une analyse des postes de travail qui est renouvelée périodiquement et à l'occasion de toute modification des conditions pouvant affecter la santé et la sécurité des travailleurs.

3.4.2 Méthodes d'évaluation de la dose externe

La dose externe est celle qui résulte d'une exposition à des sources radioactives situées en dehors de l'organisme (irradiation). Dans les opérations de transport, la dose externe reçue est due au débit de dose issu des colis et à la dose ambiante dans la zone de travail si d'autres sources de rayonnements ionisants sont également présentes.

Cette évaluation nécessite de considérer plusieurs paramètres tels que : le débit de dose au(x) poste(s) de travail, le temps passé à proximité des colis, le volume des transports, l'utilisation de suremballage ou de conteneurs, l'entreposage en transit, le mode de transport, la disposition des colis à l'intérieur du véhicule, les éventuelles protections contre les rayonnements ionisants, etc.

L'évaluation initiale des doses peut être réalisée selon différentes méthodes : en utilisant le retour d'expérience sur le suivi radiologique, au moyen d'une estimation par calcul ou en s'appuyant sur des données bibliographiques. Le choix de la méthode retenue doit être justifié au vu des caractéristiques des activités de l'entreprise.

Pour des entreprises accomplissant des activités de transport de substances radioactives depuis plusieurs mois voire plusieurs années, la méthode à privilégier est l'utilisation des données du suivi dosimétrique individuel des travailleurs ou de la surveillance radiologique des lieux de travail sur une période représentative de l'activité. Cela suppose néanmoins que l'exposition des travailleurs sur la période de référence considérée soit enveloppe de l'exposition représentative de l'activité de l'entreprise.



L'évaluation de dose peut également être réalisée par calcul, notamment si les données disponibles ne sont pas représentatives des opérations prévues ou pas directement transposables.

Pour les situations d'exposition simples (par exemple, un opérateur restant à une distance fixe d'un colis), la dose reçue par les travailleurs ou le public peut être évaluée au moyen de calculs simples (voir exemple en annexe 1).

Pour des situations d'exposition plus complexes, l'utilisation de codes de calculs (tels que ceux cités au chapitre 6 du TS-G-1.3 [14]) est aussi une possibilité. Ces codes permettent de modéliser les situations d'exposition de manière plus ou moins détaillée. Le niveau de détail à retenir dépend de la complexité de la situation et des enjeux de radioprotection associés.

Dans tous les cas, si l'évaluation a été réalisée à partir d'un calcul – qu'il soit simple ou complexe – et qu'elle conclut à la nécessité d'une surveillance radiologique individuelle ou des lieux de travail, il devra être vérifié *a posteriori* qu'elle est effectivement raisonnablement pénalisante, sur la base d'une comparaison avec les résultats de cette surveillance.

Le recours à des études bibliographique pour réaliser l'évaluation peut être envisagé lorsque des données sont disponibles sur des expositions pour le même type d'activités, entreprises dans des conditions semblables (voir un exemple en annexe 2). Cette méthode ne devrait cependant être utilisée que pour des activités ne présentant que de faibles enjeux de radioprotection.

En tout état de cause, si l'évaluation de dose, pour les travailleurs ou pour le public, est réalisée à partir d'une étude bibliographique, il devra être justifié que cette étude est pertinente et majorante pour les activités de l'entreprise.

3.4.3 Méthodes d'évaluation de la dose interne

La dose interne résulte de l'exposition à des sources radioactives situées à l'intérieur de l'organisme, le plus souvent du fait de l'inhalation de radionucléides. L'exposition interne peut parfois résulter de l'ingestion de radionucléides ou de leur passage cutané (via des plaies ou de manière transcutanée). Dans le cas du transport, le risque d'exposition interne est généralement dû à la contamination résiduelle pouvant se trouver sur les surfaces externes des colis. Du fait des contrôles destinés à vérifier le respect des limites de contamination fixées par la réglementation, l'évaluation de l'exposition interne n'est en général pas nécessaire, à condition que des mesures de protection soient mises en place (gants pour la manipulation des colis,...). De même, les contrôles et les mesures de protection contre l'exposition interne pourront être limités dans les cas où il est justifié qu'une contamination surfacique est très peu probable (transport de sources radioactives scellées par exemple).

Toutefois, s'il existe un risque de dispersion de radionucléides dans l'air ambiant, une évaluation de la dose interne, basée sur des estimations puis des mesures de concentration d'activité dans l'air, sera nécessaire.

La dose interne reçue par une personne peut être directement obtenue par différentes méthodes : les examens anthropométriques, qui sont des mesures directes de la contamination interne corporelle par des radionucléides émettant des rayonnements X et gamma, et les analyses radiotoxicologiques (dosages réalisés sur des excréta pour des radionucléides émetteurs alpha, bêta et gamma). Il appartient au médecin du travail, dans le cadre de la surveillance médicale des travailleurs, de décider de la nécessité de tels examens et analyses.

3.4.4 Limites de doses, contraintes de doses et optimisation

La réglementation définit des limites de doses efficaces annuelles pour le public (article R. 1333-8 du code de la santé publique) et sur douze mois consécutifs pour les travailleurs (articles R. 4451-12, 13 et 45, D.



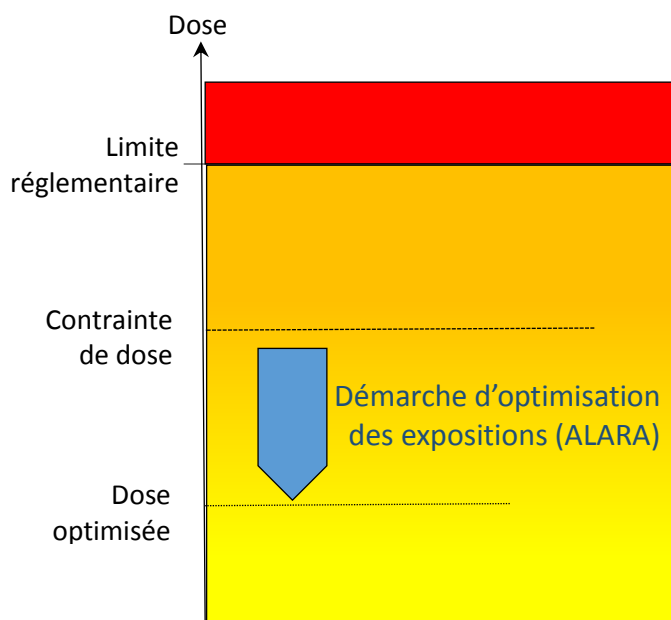
4152-5 et D. 4153-21 du code du travail). Elle définit également des limites de doses équivalentes annuelles pour certains organes. Ces valeurs sont rappelées dans le tableau ci-dessous.

Travailleurs	Corps Entier (dose efficace)	Mains, avant-bras, pieds, chevilles (dose équivalente)	Peau (dose équivalente sur tout cm ²)	Cristallin (dose équivalente)
Adultes	20 mSv sur douze mois consécutifs	500 mSv sur douze mois consécutifs	500 mSv sur douze mois consécutifs	150 mSv sur douze mois consécutifs
Jeunes travailleurs (entre 15 et 18 ans, sous réserve d'y être autorisé pour les besoins de leur formation)	6 mSv sur douze mois consécutifs	150 mSv sur douze mois consécutifs	150 mSv sur douze mois consécutifs	45 mSv sur douze mois consécutifs
Femmes enceintes	Inférieure à 1 mSv (exposition au fœtus), de la déclaration de la grossesse à l'accouchement.			
Femmes allaitant	Interdiction de les maintenir ou de les affecter à un poste entraînant un risque d'exposition interne.			

Public	1 mSv/an	-	50 mSv/an	15 mSv/an
--------	----------	---	-----------	-----------

En vertu du principe d'optimisation, inscrit dans le code du travail, le code de la santé publique et l'ADR, la radioprotection doit être optimisée de façon à maintenir l'exposition des personnes aussi basse que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux (démarche ALARA⁵), sans dépasser les limites réglementaires. Ainsi, il ne peut être considéré satisfaisant d'atteindre les limites réglementaires de dose.

Pour décliner le principe d'optimisation, le PPR doit imposer des contraintes de doses (article 1.7.2.2 de l'ADR). Ces contraintes de dose, tant pour les travailleurs que pour le public, sont nécessairement en dessous des limites de dose réglementaires et représentent des valeurs de dose que des opérations



⁵ *As Low As Reasonably Achievable*

courantes menées selon des bonnes pratiques devraient permettre de ne pas dépasser. Le dépassement des contraintes de dose ne constitue pas une infraction, cependant l'exploitant doit analyser les raisons de ce dépassement en vue d'en éviter le renouvellement. Il est utile de définir une contrainte de dose par opération lorsque les doses prévisionnelles sont élevées (voir chapitre 3.4.5).

Les limites de dose pour un membre du public sont applicables pour l'ensemble des activités nucléaires pouvant conduire à l'exposer. Il n'est donc pas acceptable que la limite soit atteinte du fait d'une seule opération de transport car il ne peut être exclu que le membre du public soit exposé par ailleurs à d'autres activités nucléaires. Pour en tenir compte, l'ASN recommande de fixer une contrainte de dose largement inférieure aux limites réglementaires de doses annuelles efficace et équivalente.

Le PPR doit également décrire les actions mises en place pour optimiser les doses susceptibles d'être reçues par les travailleurs et le public. Voici quelques exemples d'actions possibles :

- appliquer des distances de séparation appropriées entre les colis et les travailleurs ou le public (éventuellement plus grandes que celles imposées par la réglementation) ;
- utiliser des dispositifs de protection, comme des écrans de plomb entre la cabine du conducteur et les colis (sous réserve que cela soit compatible avec la réglementation encadrant l'utilisation des véhicules routiers) ;
- définir des instructions spécifiques pour l'entreposage, le chargement, le déchargement et l'arrimage des colis à forts indices de transport ;
- restreindre l'accès des travailleurs et du public aux zones d'entreposage des colis, en particulier celles présentant les débits de dose les plus élevés ;
- préparer la documentation le plus loin possible des colis de substances radioactives ;
- automatiser les systèmes de mesures pour limiter le temps passé par les opérateurs à proximité des colis ;
- réduire les temps de chargement ou de déchargement ;
- optimiser la façon dont les colis sont disposés dans le véhicule, de façon à maximiser la distance entre les colis et le poste de conduite, et à disposer les colis à faible TI devant les colis à fort TI pour faire écran ;
- aménager les programmes de travail pour minimiser les doses pour le personnel, par exemple en appliquant une rotation du personnel pour que les postes les plus dosants ne soient pas systématiquement occupés par les mêmes opérateurs ;
- utiliser des équipements pour maintenir les personnels éloignés des colis lors de leur manipulation (chariot ou diable par exemple, éventuellement avec des écrans en plomb) ;
- définir les itinéraires pour minimiser les expositions des travailleurs et du public (contournement des zones densément peuplées, minimisation du temps de conduite, stationnement dans des zones à l'écart, priorité donnée à la livraison des colis à fort TI, etc.).

Dans le cadre du système de management mis en place, le retour d'expérience doit être pris en compte pour évaluer l'efficacité des mesures d'optimisation et, le cas échéant, les faire évoluer. Ceci devrait en particulier conduire à approfondir la réflexion sur l'optimisation des expositions des travailleurs les plus exposés de l'entreprise.



3.4.5 Surveillance des doses reçues par les travailleurs

Sauf dans certains cas particuliers, le code du travail prévoit que les travailleurs qui entrent en zone réglementée (zone surveillée ou zone contrôlée) doivent être classés :

- en catégorie A s'ils sont susceptibles de recevoir une dose efficace annuelle supérieure à 6 mSv sur douze mois consécutifs (ou une dose équivalente annuelle aux organes supérieure à 3 dixièmes des limites rappelées dans le tableau du 3.4.4) ;
- en catégorie B, s'ils sont susceptibles de recevoir une dose efficace annuelle supérieure à 1 mSv et inférieure à 6 mSv/an sur douze mois consécutifs (ou une dose équivalente annuelle aux organes supérieure aux limites pour le public).

Ces travailleurs doivent alors faire l'objet d'une surveillance individuelle de l'exposition, par un suivi dosimétrique adapté au mode d'exposition (article R. 4451-62 du code du travail) et un suivi médical (articles R. 4451-82 et suivants et articles R. 4624-22 et suivants du code du travail). Cette surveillance doit également couvrir les opérations de transport se déroulant hors des zones réglementées.

L'ADR [1] fixe également des prescriptions sur la surveillance des doses (article 1.7.2.4). Ainsi, si la dose efficace susceptible d'être reçue par un travailleur est :

- supérieure à 6 mSv/an, un suivi dosimétrique individuel, adapté au mode d'exposition, doit être mis en place ;
- comprise entre 1 et 6 mSv/an, le suivi dosimétrique individuel peut être remplacé par une surveillance dosimétrique des lieux de travail (ce qui, au sens de l'ADR, inclut la cabine du véhicule), par exemple avec un dosimètre passif d'ambiance.

Pour un travailleur classé en catégorie A ou B, les deux réglementations s'appliquent, sachant que les dispositions du code du travail sont les plus contraignantes.

En revanche, pour les travailleurs qui ne seraient pas classés en catégorie A ou B, seules les dispositions de l'ADR s'appliquent pour le suivi de l'exposition. L'ASN recommande cependant que les travailleurs susceptibles de recevoir une dose efficace entre 1 et 6 mSv/an fassent également l'objet d'une surveillance individuelle même s'ils ne rentrent pas en zone réglementée, conformément aux dispositions prévues par la directive européenne 2013/59/Euratom [7] (qui sera prochainement transposée en droit français).

L'utilisation supplémentaire d'un dosimètre opérationnel est une bonne pratique que l'ASN recommande d'appliquer lorsque les doses prévisionnelles pour une opération sont élevées. La dosimétrie opérationnelle offre en effet une mesure et une lecture en temps réel de la dose reçue et permet donc de détecter au plus tôt une exposition anormalement élevée, notamment en paramétrant les seuils d'alarme.

Le PPR doit décrire les dispositions prises pour surveiller l'exposition des travailleurs et justifier qu'elle est adaptée à la nature de l'exposition. La surveillance médicale est quant à elle définie par le médecin du travail.



3.5. Contrôles des ambiances de travail, des colis et des véhicules en matière de radioprotection des travailleurs et du public

3.5.1 Contrôles internes imposés par le code de la santé publique

L'article R. 1333-7 du code de la santé publique impose la réalisation de contrôles internes à l'entreprise. Les contrôles de débit de dose et de contamination effectués au titre de l'ADR sur les colis et le véhicule, ainsi que les contrôles de l'efficacité du PPR (voir chapitre 3.8) permettent de satisfaire aux dispositions de cet article, à condition que les instruments de mesure utilisés pour ces contrôles soient étalonnés périodiquement et fassent l'objet de vérification.

Extrait de l'article R. 1333-7 du code de la santé publique

[...] En outre, [le chef d'établissement ou le chef d'entreprise] met en œuvre un contrôle interne visant à assurer le respect des dispositions applicables en matière de protection contre les rayonnements ionisants et, en particulier, il contrôle l'efficacité des dispositifs techniques prévus à cet effet, réceptionne et étalonne périodiquement les instruments de mesure et vérifie qu'ils sont en bon état et utilisés correctement. [...]

3.5.2 Contrôles prévus par le code du travail

Il est considéré que les dispositions fixées aux 1°, 2°, 3°, 4° et 6° de l'article R. 4451-29 du code du travail ne sont pas applicables pour les opérations de transport car ni les colis ni les véhicules de transport ne sont considérés comme des « sources » au sens de cet article.

Article R. 4451-29 du code du travail

L'employeur procède ou fait procéder à un contrôle technique de radioprotection des sources et des appareils émetteurs de rayonnements ionisants, des dispositifs de protection et d'alarme ainsi que des instruments de mesure utilisés.

Ce contrôle technique comprend, notamment :

- 1° Un contrôle à la réception dans l'entreprise ;
- 2° Un contrôle avant la première utilisation ;
- 3° Un contrôle lorsque les conditions d'utilisation sont modifiées ;
- 4° Un contrôle périodique des sources et des appareils émetteurs de rayonnements ionisants ;
- 5° Un contrôle périodique des dosimètres opérationnels mentionnés à l'article R. 4451-67 et des instruments de mesure utilisés pour les contrôles prévus au présent article et à l'article R. 4451-30, qui comprend une vérification de leur bon fonctionnement et de leur emploi correct ;
- 6° Un contrôle en cas de cessation définitive d'emploi pour les sources non scellées

En revanche, le 5° de cet article est pleinement applicable.

Les contrôles d'ambiance prévus par l'article R. 4451-30 du code du travail doivent être réalisés. Dans ce but, pour contrôler :

- le risque d'exposition externe au sens du 1° de cet article, un dispositif de mesure intégrateur permettant d'enregistrer la dose sur la période considérée, tel qu'un dosimètre passif d'ambiance par exemple, peut être positionné dans la cabine du chauffeur. La bonne pratique, pour un transporteur routier, consiste à le fixer sur la paroi séparant la cabine de conduite de la partie du véhicule qui contient le chargement ;



- le risque d'exposition interne au sens du 2° de cet article, les vérifications réalisées au titre de l'ADR (mesures de la contamination des surfaces du véhicule) peuvent être mutualisées avec celles prévues au titre du code du travail.

Article R. 4451-30 du code du travail

Afin de permettre l'évaluation de l'exposition externe et interne des travailleurs, l'employeur procède ou fait procéder à des contrôles techniques d'ambiance.

Ces contrôles comprennent notamment :

- 1° En cas de risques d'exposition externe, la mesure des débits de dose externe avec l'indication des caractéristiques des rayonnements en cause ;
- 2° En cas de risques d'exposition interne, les mesures de la concentration de l'activité dans l'air et de la contamination des surfaces avec l'indication des caractéristiques des substances radioactives présentes.

Lorsque ces contrôles ne sont pas réalisés de manière continue, leur périodicité est définie conformément à une décision de l'Autorité de sûreté nucléaire prise en application de l'article R. 4451-34.

La décision n° 2010-DC-0175 de l'ASN [12] ne définissant des fréquences de réalisation des contrôles techniques d'ambiance que pour les « installations », cette décision n'est pas applicable pour les véhicules.

Ainsi :

- pour les contrôles d'ambiance réalisés par l'entreprise, l'ADR se trouve être le seul cadre réglementaire applicable : la fréquence des contrôles est définie par l'entreprise de manière proportionnée aux enjeux ;
- pour les contrôles d'ambiance devant être réalisés par des organismes extérieurs (R. 4451-32 du code du travail), aucun cadre réglementaire ne fixe actuellement les fréquences des contrôles. Il est donc considéré qu'ils n'ont pas à être réalisés.

3.5.3 Contrôles prévus par la réglementation sur le transport de substances radioactives

Afin de vérifier que le niveau de contamination et les débits de dose n'excèdent pas les limites fixées par la réglementation sur le transport de substances radioactives, l'ADR prévoit que des contrôles soient réalisés sur les colis, le véhicule et le matériel utilisés pour le transport.

Avant le départ du transport, il faut s'assurer du respect des limites de contamination et de débit de dose autour des colis (voir articles 4.1.9.1.2, 4.1.9.1.4, 4.1.9.1.10 à 12 de l'ADR) et des véhicules⁶ (voir article 7.5.11 CV 33 (3.3) et (3.5) de l'ADR). Les contrôles réalisés (mesures radiologiques ou démonstrations appropriées) doivent être enregistrés dans le cadre du système de management imposé à l'article 1.7.3.1 de l'ADR (voir également le chapitre 3.8).

Extraits de l'ADR

2.2.7.2.4.1.2	Un colis contenant des matières radioactives peut être classé en tant que colis excepté à condition que l'intensité de rayonnement en tout point de sa surface externe ne dépasse pas 5 µSv/h.
---------------	--

⁶ Les limites sur les véhicules indiquées dans l'ADR ne sont pas applicables dans le cas des transports par voie aérienne ou maritime. Se reporter aux instructions techniques de l'OACI [3] ou au code IMDG [4] pour plus d'information.



4.1.9.1.2	La contamination non fixée sur les surfaces externes de tout colis doit être maintenue au niveau le plus bas possible et, dans les conditions de transport de routine, ne doit pas dépasser les limites suivantes : a) 4 Bq/cm ² pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha de faible toxicité ; b) 0,4 Bq/cm ² pour tous les autres émetteurs alpha.								
4.1.9.1.4	Sous réserve des dispositions du 7.5.11, CV33, le niveau de contamination non fixée sur les surfaces externes et internes des suremballages, des conteneurs, des citernes, des GRV et des véhicules ne doit pas dépasser les limites spécifiées au 4.1.9.1.2.								
4.1.9.1.10	Sauf pour les envois sous utilisation exclusive ⁷ , le TI ⁸ de tout colis ou suremballage ne doit pas dépasser 10 [...]								
4.1.9.1.11	Sauf pour les colis ou les suremballages transportés sous utilisation exclusive dans les conditions spécifiées au 7.5.11, CV33 (3.5) a), l'intensité de rayonnement maximale en tout point de toute surface externe d'un colis ou d'un suremballage ne doit pas dépasser 2 mSv/h.								
4.1.9.1.12	L'intensité de rayonnement maximale en tout point de toute surface externe d'un colis ou d'un suremballage sous utilisation exclusive ne doit pas dépasser 10 mSv/h.								
7.5.11 CV 33 (3.3)	<p>Au chargement des conteneurs, et au groupage de colis, suremballages et conteneurs doivent s'appliquer les prescriptions suivantes :</p> <p>a) Sauf en cas d'utilisation exclusive, et pour les envois de matières LSA-I, le nombre total de colis, suremballages et conteneurs à l'intérieur d'un même véhicule doit être limité de telle sorte que la somme totale des indices de transport sur le véhicule ne dépasse pas les valeurs indiquées au tableau D ci-dessous ;</p> <p>b) L'intensité de rayonnement dans les conditions de transport de routine ne doit pas dépasser 2 mSv/h en tout point de la surface externe et 0,1 mSv/h à 2 m de la surface externe du véhicule, sauf dans le cas des envois transportés sous utilisation exclusive, pour lesquels les limites d'intensité de rayonnement autour du véhicule sont énoncés aux (3.5) b) et c). ;</p> <p>c) [...]</p> <p>Tableau D : Limites de l'indice de transport pour les conteneurs et les véhicules en utilisation non exclusive</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type du conteneur ou du véhicule</th> <th>Limite à la somme totale des indices de transport dans un conteneur ou un véhicule</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Petit conteneur</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Grand conteneur</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Véhicule</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Type du conteneur ou du véhicule	Limite à la somme totale des indices de transport dans un conteneur ou un véhicule	Petit conteneur	50	Grand conteneur	50	Véhicule	50
Type du conteneur ou du véhicule	Limite à la somme totale des indices de transport dans un conteneur ou un véhicule								
Petit conteneur	50								
Grand conteneur	50								
Véhicule	50								
7.5.11 CV 33 (3.5)	<p>Pour les envois sous utilisation exclusive, l'intensité de rayonnement ne doit pas dépasser :</p> <p>a) 10 mSv/h en tout point de la surface externe de tout colis ou suremballage et ne peut dépasser 2 mSv/h que si :</p> <p>i) le véhicule est équipé d'une enceinte qui, dans les conditions de transport de routine, empêche l'accès des personnes non autorisées à l'intérieur de l'enceinte ;</p>								

⁷ Utilisation par un seul expéditeur d'un véhicule ou d'un grand conteneur, pour laquelle toutes les opérations initiales, intermédiaires et finales de chargement, d'expédition et de déchargement se font conformément aux instructions de l'expéditeur ou du destinataire, lorsque cela est prescrit par l'ADR

⁸ TI signifie « indice de transport ». L'article 5.1.5.3 de l'ADR indique comment le calculer.

- ii) des dispositions sont prises pour immobiliser le colis ou le suremballage de sorte qu'il reste dans la même position à l'enceinte du véhicule dans les conditions de transport de routine ; et
- iii) il n'y a pas d'opérations de chargement ou de déchargement entre le début et la fin de l'expédition ;
- b) 2 mSv/h en tout point des surfaces externes du véhicule, y compris les surfaces supérieures et inférieures, ou dans le cas d'un véhicule ouvert, en tout point des plans verticaux élevés à partir des bords du véhicule, de la surface supérieure du chargement et de la surface externe inférieure du véhicule ; et
- c) 0,1 mSv/h en tout point situé à 2 m des plans verticaux représentés par les surfaces latérales externes du véhicule ou, si le chargement est transporté sur un véhicule ouvert, en tout point situé à 2 m des plans verticaux élevés à partir des bords du véhicule.

Tableau récapitulatif des limites réglementaires sur les débits de dose

	Limites sur les colis		Limites sur les véhicules <i>(valables uniquement pour le transport par voie terrestre)</i>		
	Au contact	À 1 m	Au contact	À 2 m	Indice de transport maximal du chargement
Colis exceptés	5 µSv/h	-	2 mSv/h	0,1 mSv/h	50
Colis n'étant pas transportés sous utilisation exclusive	2 mSv/h	0,1 mSv/h			50
Colis non exceptés transportés sous utilisation exclusive	10 mSv/h	Pas de limite			Pas de limite

Le (5.3) du 7.5.11 CV 33 de l'ADR prévoit une vérification périodique de la contamination des matériels et véhicules utilisés habituellement pour le transport de substances radioactives. La fréquence de ces contrôles est déterminée par l'entreprise en fonction de la probabilité de contamination et des flux transportés. Cette périodicité doit être indiquée dans le programme de protection radiologique.

L'ADR n'indique pas précisément qui doit effectuer les vérifications mais elles doivent être réalisées par des personnes compétentes, disposant d'une formation adéquate (voir articles 1.3 et 1.7.2.5 de l'ADR).

Les contrôles de contamination sur le véhicule réalisés au titre de l'ADR peuvent tenir lieu des contrôles d'ambiance requis par le 2° de l'article R. 4451-30 du code du travail pour évaluer le risque d'exposition interne. En particulier, les niveaux de contamination des surfaces des véhicules en-dessous desquels une décontamination n'est pas nécessaire sont ceux de l'article 4.1.9.1.2 de l'ADR : 4 Bq/cm² pour les émetteurs gamma, bêta et alpha de faible toxicité et 0,4 Bq/cm² pour les autres émetteurs alpha. De plus, l'intensité de rayonnement due à la contamination fixée doit être inférieure à 5 µSv/h (voir article 7.5.11 CV 33 (5.4) de l'ADR).

La surveillance de routine de la contamination des moyens de transport et des équipements n'est pas nécessaire pour des sources radioactives scellées, s'il peut être démontré que le risque de contamination est très faible, ce qui est notamment le cas pour les matières radioactives sous forme spéciale (par exemple, les appareils de gammagraphie). Cela suppose néanmoins qu'aucun aléa, incident ou accident susceptible de compromettre l'intégrité de la source n'est survenu.



Enfin, avant de pouvoir utiliser à d'autres fins un véhicule ayant servi à transporter des substances radioactives, le transporteur doit pouvoir justifier que la contamination des surfaces internes du véhicule est aussi basse que raisonnablement possible au titre du principe d'optimisation imposé par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique. L'ASN estime que pour atteindre cet objectif, il convient au minimum de s'assurer que les surfaces internes du véhicule ne sont pas contaminées (c'est-à-dire que les niveaux de contamination mesurés doivent être inférieurs à ceux fixés à l'article 2.2.7.1.2 de l'ADR, soit 0,4 Bq/cm² pour les émetteurs gamma, bêta et alpha de faible toxicité et 0,04 Bq/cm² pour les autres émetteurs alpha).

Extraits de l'ADR	
7.5.11 CV 33 (5.3)	Les véhicules et le matériel utilisés habituellement pour le transport de matières radioactives doivent être vérifiés périodiquement pour déterminer le niveau de contamination. La fréquence de ces vérifications est fonction de la probabilité d'une contamination et du volume de matières radioactives transporté.
7.5.11 CV 33 (5.4)	Sous réserve des dispositions du paragraphe (5.5), tout véhicule, équipement ou partie dudit, qui a été contaminé au-delà des limites spécifiées au 4.1.9.1.2 pendant le transport de matières radioactives, ou dont l'intensité de rayonnement dépasse 5 µSv/h à la surface, doit être décontaminé dès que possible par une personne qualifiée, et ne doit pas être réutilisé, à moins que les conditions suivantes ne soient remplies : <ul style="list-style-type: none"> a) la contamination non fixée ne doit pas dépasser les limites spécifiées au 4.1.9.1.2 ; b) l'intensité de rayonnement résultant de la contamination fixée ne doit pas dépasser 5 µSv/h à la surface.

3.6. Distances de séparation entre les colis et les travailleurs ou les colis et le public

Pendant les opérations de transport, des distances minimales de séparation entre les colis et les travailleurs qui ne font pas l'objet d'une surveillance dosimétrique individuelle, ainsi qu'entre les colis et le public doivent être respectées (§ 7.5.11 CV 33 (1.1) et tableau A associé de l'ADR). Ces distances de séparation s'appliquent également aux zones de travail et aux zones normalement accessibles au public. Elles visent à réduire les doses reçues en éloignant les sources de rayonnement des personnes.

Extraits de l'ADR	
7.5.11 CV 33 (1.1)	Les colis, suremballages, conteneurs et citernes contenant des matières radioactives et les matières radioactives non emballées doivent être séparés au cours du transport : <ul style="list-style-type: none"> a) des travailleurs employés régulièrement dans des zones de travail <ul style="list-style-type: none"> i) conformément au tableau A ci-dessous ; ii) par des distances calculées au moyen d'un critère pour la dose de 5 mSv en un an et de valeurs prudentes pour les paramètres de modèles ; ... b) des membres du public, dans des zones normalement accessibles au public <ul style="list-style-type: none"> i) conformément au tableau A ci-dessous ; ii) par des distances calculées au moyen d'un critère pour la dose de 1 mSv en un an et de valeurs prudentes pour les paramètres de modèles ; c) ...

Tableau A : Distances minimales entre les colis de la catégorie II-JAUNE ou de la catégorie III-JAUNE et les personnes				
Total des indices de transport non supérieur à	Durée d'exposition par an (heures)			
	Zones où des personnes du public ont régulièrement accès		Zones de travail régulièrement occupées	
	50	250	50	250
	Distance de séparation en mètres sans matériau écran			
2	1	3	0,5	1
4	1,5	4	0,5	1,5
8	2,5	6	1,0	2,5
12	3	7,5	1,0	3
20	4	9,5	1,5	4
30	5	12	2	5
40	5,5	13,5	2,5	5,5
50	6,5	15,5	3	6,5

Exemple : pour un chargement dont l'indice de transport est égal à 1 (et donc non supérieur à 2), les colis des catégories II-Jaune et III-Jaune de ce chargement doivent être placés à au moins 1 m des personnes du public (en considérant l'hypothèse minimale d'exposition du tableau A, à savoir une zone où le public a régulièrement accès mais n'est exposé que 50 h par an).

L'entreprise de transport peut également choisir de ne pas utiliser les valeurs du tableau A et calculer elle-même les distances minimales à appliquer, avec un critère de dose maximal de 5 mSv/an pour les travailleurs qui ne font pas l'objet d'une surveillance dosimétrique individuelle et de 1 mSv/an pour le public et en utilisant des hypothèses prudentes (§ 7.5.11 CV 33 (1.1) a) ii) et b) ii) de l'ADR). Il faut de plus tenir compte des contraintes de dose fixées pour le public et pour les travailleurs (voir chapitre 3.4.4).

Le PPR doit indiquer les distances de séparation à appliquer (lorsque cela est pertinent au vu des activités de l'entreprise).

La réglementation impose que les véhicules transportant des matières radioactives :

- soient surveillés lors de leur stationnement ;
- ou stationnent dans un dépôt ou les dépendances d'une usine « offrant toutes les garanties sécurité » ;
- ou, à défaut, stationnent à l'écart des grandes routes publiques et des lieux habités et ne servant pas normalement de lieu de passage ou de réunion pour le public (voir l'article 8.4.1 de l'ADR et S21 de l'article 8.5).

L'article 2.6.3 de l'annexe I de l'arrêté TMD limite les durées de stationnement (à 72 h dans le cas général). Ces dispositions sont également de nature à limiter les doses reçues par les travailleurs et le public. Elles peuvent notamment permettre de respecter les distances de séparation mentionnées ci-dessus.

Article 2.6.3 de l'arrêté TMD

Limitation de durée du stationnement et de l'entreposage en transit des matières radioactives

Sans préjudice des prescriptions des 8.4 et 8.5, les dispositions suivantes s'appliquent au stationnement en cours de transport des véhicules transportant des matières radioactives et à l'entreposage en transit des matières radioactives, en dehors des établissements expéditeur et destinataire si ceux-ci relèvent de l'un des régimes mentionnés à l'article L. 1333-4 du code de la santé publique.



La durée d'un stationnement en cours de transport ou d'un entreposage en transit est limitée à 72 heures consécutives. Cette durée peut être prolongée de 24 heures dans le cas où un jour férié est accolé à un week-end ou de 48 heures dans le cas où le jour férié est séparé d'un week-end par un seul jour ouvrable.

Si le stationnement ou l'entreposage en transit a lieu dans un centre de transbordement, sa durée peut être prolongée dans le cas de contraintes liées au retard d'un navire, ou à l'impossibilité d'embarquer dans un aéronef, ou à la formation, l'éclatement ou le contrôle d'un convoi ferroviaire.

Si le stationnement ou l'entreposage en transit a lieu à l'intérieur d'une installation nucléaire de base définie à l'article L. 593-2 du code de l'environnement ou d'une installation nucléaire intéressant la défense définie à l'article L. 1333-15 du code de la défense, sa durée peut être portée à une semaine.

Dans le cas d'un événement obligeant à prolonger un stationnement en cours de transport ou un entreposage en transit au-delà des durées ci-dessus, le transporteur en informe dès que possible l'expéditeur et le destinataire, en vue de définir les dispositions à prendre. Les limitations de durée définies ci-dessus ne commencent à courir que lorsqu'il est à nouveau possible de cesser le stationnement ou l'entreposage en transit.

Si la durée d'un stationnement en cours de transport ou d'un entreposage en transit excède 72 heures, les vérifications prévues au point c de l'article 1.4.2.2.1 de l'ADR sont réalisées toutes les 24 heures, après un délai de 72 heures. Ces opérations sont enregistrées afin d'en assurer la traçabilité.

Le présent paragraphe ne s'applique pas :

- aux colis exceptés relevant du n° ONU 2908 ;
- aux citernes vides non nettoyées relevant des n° ONU 2912, 3321 ou 3322.

Extraits de l'ADR

8.4.1 Les véhicules transportant des marchandises dangereuses dans les quantités indiquées dans les dispositions spéciales S1 (6) et S14 à S24 du chapitre 8.5 pour une marchandise donnée selon la colonne (19) du tableau A du chapitre 3.2⁹ seront surveillés, ou bien ils pourront stationner, sans surveillance, dans un dépôt ou dans les dépendances d'une usine offrant toutes les garanties de sécurité. Si ces possibilités de stationnement n'existent pas, le véhicule, après que des mesures appropriées de sécurité auront été prises, peut stationner à l'écart dans un lieu répondant aux conditions énoncées aux a), b) ou c) ci-après :

- a) un parc de stationnement surveillé par un préposé qui aura été informé de la nature du chargement et de l'endroit où se trouve le conducteur ;
- b) un parc de stationnement public ou privé où le véhicule ne courra probablement aucun risque d'être endommagé par d'autres véhicules ; ou
- c) un espace libre approprié situé à l'écart des grandes routes publiques et des lieux habités et ne servant pas normalement de lieu de passage ou de réunion pour le public.

Les parcs de stationnement autorisés au b) ne seront utilisés qu'à défaut de ceux qui sont visés au a), et ceux qui sont décrits au c) ne peuvent être utilisés qu'à défaut de ceux qui sont visés aux alinéas a) et b).

⁹ La colonne (19) du tableau A du chapitre 3.2 de l'ADR indique que la disposition spéciale S21 du chapitre 8.5 est applicable pour toutes les substances radioactives



Chapitre 8.5 S21	<p>Les dispositions du chapitre 8.4 relatives à la surveillance des véhicules sont applicables à toutes les matières, quelle que soit leur masse. En outre, ces marchandises doivent faire toujours l'objet d'une surveillance propre à empêcher toute action de malveillance et à alerter le conducteur et les autorités compétentes en cas de perte ou d'incendie. Toutefois, il n'est pas nécessaire d'appliquer les dispositions du chapitre 8.4 dans le cas où :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) le compartiment chargé est verrouillé ou les colis transportés sont protégés d'une autre manière contre tout déchargement illégal ; et b) le débit de dose ne dépasse pas 5 $\mu\text{Sv/h}$ en tout point accessible de la surface du véhicule.
------------------	---

3.7. Formation

Tous les acteurs, dès lors qu'ils sont susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants lors d'une opération de transport, doivent suivre une formation en radioprotection, afin de connaître les caractéristiques des rayonnements ionisants, les risques qu'ils présentent, les façons de s'en protéger et d'en protéger les autres, ainsi que les dispositions réglementaires (voir article 1.7.2.5 de l'ADR). Cette exigence permet également de faire progresser la culture de radioprotection au sein de l'entreprise, qui est un élément indispensable pour maintenir les expositions aussi basses que raisonnablement possible.

Le niveau de formation doit être proportionné au niveau de risque et aux responsabilités du travailleur.

Article 1.7.2.5 de l'ADR

Les travailleurs (voir paragraphe 7.5.11 CV 33 nota 3) doivent être formés de manière appropriée sur la radioprotection, y compris les précautions à prendre pour restreindre leur exposition au travail et l'exposition des autres personnes qui pourraient subir les effets de leurs actions

Il est considéré comme une bonne pratique que la formation dispensée au titre de l'ADR (voir article 1.7.2.5) suive les modalités de la formation prévue par le code du travail pour les travailleurs entrant en zone (articles R. 4451-47 à 50 du code du travail), en particulier qu'elle soit renouvelée tous les trois ans. Si ce n'est pas le cas, l'employeur doit pouvoir justifier que la formation qu'il délivre est appropriée au regard des risques d'exposition.

Extraits du code du travail

Article R. 4451-47

Les travailleurs susceptibles d'intervenir en zone surveillée, en zone contrôlée ou sur les lieux de travail des établissements mentionnés au deuxième alinéa de l'article R. 4451-2 bénéficient d'une formation à la radioprotection organisée par l'employeur.

Cette formation porte sur :

- 1° Les risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants ;
- 2° Les procédures générales de radioprotection mises en œuvre dans l'établissement ;
- 3° Les règles de prévention et de protection fixées par les dispositions du présent chapitre.

La formation est adaptée aux procédures particulières de radioprotection touchant au poste de travail occupé ainsi qu'aux règles de conduite à tenir en cas de situation anormale

Article R. 4451-48

Lorsque les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des sources de haute activité telles que mentionnées à l'article R. 1333-33 du code de la santé publique, la formation est renforcée, en particulier sur les aspects relatifs à la sûreté et aux conséquences possibles de la perte du contrôle adéquat des sources.



Article R. 4451-49

Pour les femmes enceintes et les jeunes travailleurs mentionnés aux articles D. 4152-5 et D. 4153-34, la formation tient compte des règles de prévention particulières qui leur sont applicables

Article R. 4451-50

La formation est renouvelée périodiquement et au moins tous les trois ans.

Elle est en outre renouvelée chaque fois que nécessaire dans les cas et selon les conditions fixées aux articles R. 4141-9 et R. 4141-15.

Article R. 4451-52

L'employeur remet à chaque travailleur, avant toute opération dans une zone contrôlée, une notice rappelant les risques particuliers liés au poste occupé ou à l'opération à accomplir, les règles de sécurité applicables, ainsi que les instructions à suivre en cas de situation anormale.

La réglementation prévoit également que les travailleurs doivent recevoir une formation adaptée à leurs responsabilités portant sur les prescriptions réglementaires les concernant et sur la sûreté en général. À ce titre, ils doivent notamment être formés à la gestion de situations accidentelles (cf. guide ASN n° 17 [16]), comme le prévoit en outre l'article R. 4451-52 du code du travail s'ils travaillent en zone contrôlée.

3.8. Système de management (assurance de la qualité)

Ce chapitre du PPR vise à indiquer la façon dont les exigences du système de management de l'entreprise sont appliquées au PPR.

La mise en œuvre du PPR doit répondre aux exigences de formalisation et de traçabilité du système de management exigé pour toute opération de transport (voir article 1.7.3.1 de l'ADR), qui permet de s'assurer de la conformité aux exigences réglementaires. Cela s'applique en particulier aux résultats des différents contrôles ou évaluations qui doivent être réalisés.

Article 1.7.3.1 de l'ADR

Un système de management fondé sur des normes internationales, nationales ou autres qui sont acceptables pour l'autorité compétente doit être établi et appliqué pour toutes les activités relevant de l'ADR, telles qu'indiquées au 1.7.1.3, pour garantir la conformité avec les dispositions applicables de l'ADR. Une attestation indiquant que les spécifications du modèle ont été pleinement respectées doit être tenue à la disposition de l'autorité compétente. Le fabricant, l'expéditeur ou l'utilisateur doit être prêt à :

- a) fournir les moyens de faire des inspections pendant la fabrication et l'utilisation, et
- b) prouver à l'autorité compétente qu'il observe l'ADR.

Lorsque l'agrément ou l'approbation de l'autorité compétente est requis, cet agrément ou cette approbation doit tenir compte et dépendre de l'adéquation du système de management.

Au titre du système de management, le PPR doit faire l'objet d'évaluations de son efficacité, basées notamment sur une analyse du retour d'expérience et sur des revues périodiques. Le système de management doit donc prévoir de telles revues et les cadrer de façon qu'elles couvrent l'ensemble des domaines traités dans le PPR, selon des fréquences adaptées aux enjeux et aux particularités de l'entreprise. Ceci contribue également au respect des dispositions de l'article R. 1333-7 du code de la santé publique, qui prévoit également la mise en place de contrôles internes à l'entreprise pour assurer le respect des dispositions de radioprotection (voir chapitre 3.5.1).

Le système de management doit prévoir que le PPR :



- soit révisé à chaque changement majeur pouvant avoir une incidence sur la radioprotection des travailleurs ou du public en raison des activités de transport (voir également le chapitre 3.4.1) ;
- fasse l'objet d'un examen périodique, afin de s'assurer que son contenu reste pertinent et à jour, notamment au regard des enseignements issus du retour d'expérience. La périodicité de cet examen est à définir par l'entreprise mais devrait être cohérente avec la fréquence de réexamen des doses reçues (voir chapitre 3.4.1).

4. AUTRES OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES

4.1. Personne compétente en radioprotection (PCR) – Conseiller à la sécurité des transports (CST)

L'employeur désigne une personne compétente en radioprotection (PCR) après avis du CHSCT ou, à défaut, des délégués du personnel. Le travailleur indépendant est également soumis à cette obligation de désignation d'une PCR (articles R. 4451-103 et 106 du code du travail, arrêté du 6 décembre 2013 relatif aux modalités de formation de la PCR [9] et décision n° 2009-DC-0147 de l'ASN relative à l'externalisation de la PCR [13]).

Extraits du code du travail

Article R. 4451-103

L'employeur désigne au moins une personne compétente en radioprotection lorsque la présence, la manipulation, l'utilisation ou le stockage d'une source radioactive scellée ou non scellée ou d'un générateur électrique de rayonnements ionisants entraîne un risque d'exposition pour les travailleurs de l'établissement ainsi que pour ceux des entreprises extérieures ou les travailleurs non salariés intervenant dans cet établissement.

Article R. 4451-106

Dans les établissements autres que ceux mentionnés à l'article R. 4451-105, l'employeur peut désigner une personne compétente en radioprotection externe à l'établissement qui exerce ses fonctions dans les conditions fixées, compte tenu de la nature de l'activité et de l'ampleur du risque, par une décision de l'Autorité de sûreté nucléaire homologuée par les ministres chargés du travail et de l'agriculture.

Pour les activités de transport de matières radioactives, la PCR doit avoir suivi une formation :

- de niveau 1, secteur « transport de substances radioactives », si les colis transportés sont uniquement de type excepté¹⁰ ;
- de niveau 2, secteur « transport de substances radioactives », dans tous les autres cas.

Cette PCR peut être désignée parmi les personnels de l'entreprise. Toutefois, les activités de transport étant soumises au régime de déclaration prévu par le code de la santé publique, l'employeur peut désigner une PCR externe (sauf s'il exerce une activité qui est par ailleurs soumise à autorisation). Une PCR externe doit avoir suivi une formation de niveau 2.

En cas d'opération de chargement ou de déchargement, le chef de l'entreprise de transport peut désigner pour son propre compte la PCR de l'entreprise d'accueil si un accord formalisé entre ces deux entreprises le prévoit.

¹⁰ Les colis exceptés sont ceux qui correspondent au plus bas niveau de risque radiologique (cf. définition 2.2.7.2.4.1 de l'ADR)



Dans le cas d'une entreprise n'effectuant que quelques opérations de transport par an, l'obligation de disposer d'une PCR ne s'applique que sur la durée de réalisation de ces opérations (en l'absence d'autres activités nucléaires).

Les missions de la PCR, qu'elle soit interne ou externe à l'entreprise, sont fixées aux articles R. 4451-110 à R. 4451-113 du code du travail.

Extraits du code du travail

Article R. 4451-110

La personne compétente en radioprotection est consultée sur la délimitation des zones surveillée ou contrôlée et sur la définition des règles particulières qui s'y appliquent.

Article R. 4451-111

La personne compétente en radioprotection participe à la définition et à la mise en œuvre de la formation à la sécurité des travailleurs exposés, organisée en application de l'article R. 4451-47.

Article R. 4451-112

Sous la responsabilité de l'employeur et en liaison avec le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail ou, à défaut, avec les délégués du personnel, la personne compétente en radioprotection :

- 1° Participe à la constitution du dossier de déclaration ou de demande d'autorisation prévue à l'article L. 1333-4 du code de la santé publique ;
- 2° Procède à une évaluation préalable permettant d'identifier la nature et l'ampleur du risque encouru par les travailleurs exposés. À cet effet, les personnes assurant l'encadrement des travaux ou des opérations lui apportent leur concours ;
- 3° Définit, après avoir procédé à cette évaluation, les mesures de protection adaptées à mettre en œuvre. Elle vérifie leur pertinence au vu des résultats des contrôles techniques et de la dosimétrie opérationnelle ainsi que des doses efficaces reçues ;
- 4° Recense les situations ou les modes de travail susceptibles de justifier une exposition subordonnée à la délivrance de l'autorisation spéciale requise en application de l'article R. 4451-15, définit les objectifs de dose collective et individuelle pour chaque opération et s'assure de leur mise en œuvre ;
- 5° Définit les moyens nécessaires requis en cas de situation anormale.

Article R. 4451-113

Lorsqu'une opération comporte un risque d'exposition aux rayonnements ionisants pour des travailleurs relevant d'entreprises extérieures ou pour des travailleurs non-salariés, le chef de l'entreprise utilisatrice associe la personne compétente en radioprotection à la définition et à la mise en œuvre de la coordination générale des mesures de prévention prévue à l'article R. 4451-8.

À ce titre, la personne compétente en radioprotection désignée par le chef de l'entreprise utilisatrice prend tous contacts utiles avec les personnes compétentes en radioprotection que les chefs d'entreprises extérieures sont tenus de désigner.

En application de l'article 1.8.3.1 de l'ADR, du RID et de l'ADN, les entreprises participant, en tant qu'emballleur, chargeur, transporteur ou déchargeur, aux transports terrestres (routiers, ferroviaires ou fluviaux) doivent de plus nommer un conseiller à la sécurité des transports (CST).

Article 1.8.3.1 de l'ADR

Chaque entreprise dont l'activité comporte le transport de marchandises dangereuses par route, ou les opérations d'emballage, de chargement, de remplissage ou de déchargement liées à ces transports,



désigne un ou plusieurs conseillers à la sécurité, nommés ci-après « conseillers », pour le transport de marchandises dangereuses, chargés d'aider à la prévention des risques pour les personnes, les biens ou l'environnement, inhérents à ces activités

L'article 6 de l'arrêté « TMD » précise les cas d'exemption. Les entreprises ne réalisant que des transports par voies aérienne ou maritime¹¹ ne sont pas soumises à cette obligation.

Le CST doit justifier d'un certificat couvrant la classe 7 (matières radioactives) et les modes de transport terrestres utilisés (routier, ferroviaire et fluvial), délivré par un organisme agréé. La fonction de CST peut être assurée par toute personne de l'entreprise (y compris le chef d'entreprise) ou par une personne n'appartenant pas à cette dernière, à condition que l'intéressé soit effectivement en mesure de remplir ses tâches de conseiller.

Experts, l'un auprès de l'employeur en matière de radioprotection des travailleurs (PCR), l'autre auprès de l'entreprise en matière de sécurité des transports (CST), ils ont des compétences spécifiques distinctes. Leur formation et leurs nominations répondent à des exigences différentes. Ils ne peuvent donc pas se substituer l'un à l'autre. La collaboration entre la PCR et le CST est cependant essentielle. Par ailleurs, les deux fonctions peuvent être exercées par la même personne.

4.2. Suivi médical

Les travailleurs intervenant lors des opérations de transport font l'objet d'un suivi individuel renforcé de l'état de santé dit « SIR » (articles R. 4624-22 et suivants du code du travail) s'ils sont classés en catégorie A ou B. Le SIR comprend un examen médical d'aptitude, effectué par le médecin du travail préalablement à l'affectation sur le poste. La périodicité de la SIR est annuelle pour les travailleurs classés en catégorie A (R. 4451-84 du code du travail), elle est déterminée par le médecin pour ceux classés en catégorie B sans dépasser quatre ans, et ponctuée d'une visite intermédiaire par un professionnel de santé au plus tard deux ans après la visite avec le médecin du travail.

Pour les travailleurs non classés, seule la visite d'information et de prévention dite « VIP » (articles R. 4624-10 à R. 4624-21¹² du code du travail) s'applique.

Conformément à l'article R. 4451-9 du code du travail, les travailleurs non-salariés prennent les dispositions nécessaires pour bénéficier d'un suivi médical adapté.

4.3. Zonage radiologique des installations

L'arrêté « zonage » [9] s'applique uniquement aux opérations en amont et en aval¹³ des opérations d'acheminement de substances radioactives sur route et rail (article 17 III). Lors de la phase d'acheminement sur la voie publique, il n'est pas nécessaire de mettre en place des zones réglementées autour des sources radioactives, même lors des arrêts. En effet, seule la réglementation « transport »

¹¹ On entend par transport aérien toute opération de transport sur plate-forme aéroportuaire et toute opération d'acheminement par voie aérienne. On entend par transport maritime seulement l'opération d'acheminement par voie maritime proprement dite.

¹² Décret n° 2016-1908 du 27 décembre 2016 relatif à la modernisation de la médecine du travail

¹³ On entend par :

- opérations en amont : la préparation du colis et le chargement du véhicule ;
- opérations en aval : la réception et le déchargement du véhicule



(ADR et arrêté TMD) s'applique, notamment les dispositions sur les distances minimales entre les colis et le public et les prescriptions relatives au stationnement (voir chapitre 3.6).
Dans le cas des zones de fret aérien, c'est la réglementation relative au transport par voie aérienne qui s'applique.

En phase d'acheminement d'une opération de transport empruntant la voie publique, les entreposages en transit ou les stationnements dont les durées dépassent celles permises par l'article 2.6.3 de l'annexe I de l'arrêté TMD (72 h dans le cas général, voir chapitre 3.6) ne relèvent plus de la réglementation transport et c'est donc l'arrêté « zonage » [10] qui s'applique alors.

Lorsque l'arrêté « zonage » [10] s'applique, il convient de définir des zones selon les règles fixées pour les installations.



GLOSSAIRE

ADR	Accord européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par route
ADN	Accord européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par voies de navigations intérieures
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ALARA	<i>As low as reasonably achievable</i> (aussi bas que raisonnablement possible)
ASN	Autorité de sûreté nucléaire
CST	Conseiller à la sécurité des transports
DUER	Document unique d'évaluation des risques
IMDG	Code maritime international des marchandises dangereuses
LSA	<i>Low specific activity</i> (matière de faible activité spécifique)
SCO	<i>Surface contaminated object</i> (objet contaminé en surface)
TI	Indice de transport
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
PPR	Programme de protection radiologique
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses



ANNEXE I

Exemples de calculs simples pour évaluer la dose reçue par les travailleurs ou le public

Application de la loi de décroissance en inverse du carré de la distance à la source

Dans les cas simples, l'évaluation de la dose peut par exemple être réalisée en utilisant la loi de décroissance en inverse du carré de la distance à la source :

$$I = I_0 \left(\frac{D_0}{D} \right)^2$$

I : débit de dose à D mètres de la source

I_0 : débit de dose à D_0 mètres de la source

Cette formule est valable pour les colis de petites dimensions qui peuvent être assimilés à des sources ponctuelles (une source peut être considérée comme ponctuelle, si la distance D entre la source et le point considéré est au moins 5 fois supérieure à la plus grande dimension de la source).

Le débit de dose à D_0 mètres de la source peut être obtenu grâce à l'indice de transport du colis (un TI de 10 signifie que le débit de dose I_0 vaut 0,1 mSv/h à $D_0 = 1$ m du colis).

Exemple 1 : Personnel administratif d'une entreprise de transport de fret

Situation envisagée

La zone de stockage d'une entreprise de transport de fret est située à 10 mètres de bureaux dans lesquels se trouvent des travailleurs administratifs. Les colis sont stockés durant au plus 3 heures par jour et ont un indice de transport total de 10, ce qui correspond à un débit de dose de 100 μ Sv/h à 1 mètre des colis. Ces bureaux sont délimités par un mur de béton de 20 cm d'épaisseur, qui entraîne une réduction de débit de dose d'un facteur 1/50 (il s'agit d'une valeur arbitraire prise pour l'exemple. Dans un PPR, cette valeur devrait être justifiée).

Calcul de l'exposition

En considérant que la source est ponctuelle (approximation acceptable pour de petits colis, étant donné les faibles enjeux), le facteur d'atténuation dû à la distance entre le débit de dose à $d_0 = 1$ m (l'indice de transport) et le débit de dose à $d = 10$ m (distance entre les travailleurs et les colis) peut être considéré comme égal à l'inverse du rapport des distances au carré, soit $\left(\frac{d_0}{d} \right)^2 = \frac{1^2}{10^2} = \frac{1}{100}$. Compte tenu de la distance entre les colis et les travailleurs, et de l'épaisseur du mur, le facteur de réduction totale par rapport au débit de dose à 1 m est de $1/100 \times 1/50 = 1/5000$. Le débit de dose dans les bureaux des travailleurs est donc de $100/5000 = 0,02$ μ Sv/h lorsque les colis sont présents, ce qui correspond, compte tenu de la durée de présence maximale des colis de 3 heures par jour, à 0,06 μ Sv/jour.

Pour une durée annuelle de 230 jours travaillés, la dose efficace retenue sera donc de $230 \times 0,06 = 13,8$ μ Sv. Ces travailleurs ne nécessitent donc pas de suivi particulier du point de vue de la radioprotection, leur dose annuelle étant très largement inférieure à 1 mSv.



Exemple 2 : Conducteur transportant des produits radiopharmaceutiques :

Situation envisagée

Le conducteur transporte au plus deux colis de catégorie III-Jaune par trajet. Les transports ne sont pas sous utilisation exclusive et le débit de dose à 1 mètre de distance de chaque colis est donc inférieur à 0,1 mSv/h. Cependant, pour avoir une approche prudente, il est supposé que le débit de dose de chaque colis est maximum, c'est-à-dire de 0,1 mSv/h à 1 m.

Le chargement des colis a lieu au dernier moment, afin de minimiser leur temps de présence auprès du chauffeur. Ils sont ensuite chargés dans le véhicule, par un manutentionnaire différent du conducteur, le plus loin possible du poste de conduite, ce qui, compte-tenu du type de véhicule, laisse une distance de 2 mètres entre les colis et le conducteur durant le trajet.

Calcul de l'exposition

En considérant que la source est ponctuelle et en appliquant donc une loi d'atténuation en inverse des carrés des distances, on obtient un facteur d'atténuation entre le débit de dose à 1 m et celui à 2 m égal à $\frac{1^2}{2^2} = \frac{1}{4}$. Le débit de dose auquel est soumis le conducteur est donc $0,1/4 = 0,025$ mSv/h pour chaque colis et donc $2 \times 0,025 = 0,05$ mSv/h pour l'ensemble des deux colis.

En considérant que le conducteur effectue un voyage d'une heure par jour, 230 jours par an, sa dose prévisionnelle annuelle de $230 \times 0,05 = 11,5$ mSv. Il sera donc nécessaire de classer ce travailleur en catégorie A s'il est amené à entrer en zone réglementée (par exemple pour surveiller le chargement de son véhicule) et, dans tous les cas, de mettre en place un suivi dosimétrique individuel pour ce travailleur.

Remarque : Au vu de l'exposition prévisionnelle, le PPR devrait prévoir des dispositions permettant de réduire l'exposition du conducteur. Par exemple, une plaque de plomb de 3 mm derrière le poste de conduite offrirait une réduction de dose de l'ordre de 30 %, (dans le cas de colis contenant du Fluor 18), ce qui réduirait la dose annuelle prévisible du conducteur à 8 mSv.

Exemple 3 : Dose reçue par un membre du public, exposition d'un employé de péage d'autoroute

Situation envisagée

Une société de transport effectue régulièrement (1 fois par semaine) des transports sur un même tronçon d'autoroute (pour la livraison d'un hôpital à proximité de cette autoroute, ou pour l'accès à l'aéroport...). Le passage du camion de livraison au péage dure 2 minutes en moyenne. L'employé du péage est placé à 2 m du chargement. On ne considère pas d'écran entre l'employé du péage et le chargement.

Le débit de dose à 2 m du véhicule est le maximum autorisé par la réglementation (0,1 mSv/h à 2 m).

Calcul de l'exposition

L'employé est donc exposé à $3,3 \mu\text{Sv}$ ($0,1 \text{ mSv/h} \times 2 \text{ min}$) à chaque passage de camion. Sur un an, l'employé est exposé à $174 \mu\text{Sv}$ du fait de cette seule pratique (en considérant de manière prudente qu'il s'agit toujours de la même personne).

Remarque : Au vu de l'exposition prévisionnelle, le PPR devrait envisager une optimisation de la dose reçue par ce membre du public (blindage supplémentaire du véhicule, limitation de l'activité des colis, éloignement des colis de la paroi du véhicule pour diminuer le débit de dose au contact...), voire l'utilisation du télépéage afin de ne plus exposer l'employé de péage.



ANNEXE II

Exemple d'étude bibliographique

Le tableau 3 du guide de sûreté de l'AIEA TS-G-1.3 [13] donne les résultats d'une étude reliant les doses reçues par les travailleurs aux indices de transport des colis manipulés.

Tableau 3 du guide de sûreté AIEA TS-G-1.3¹⁴

Catégorie de colis	Nombre maximum de colis manipulés annuellement, conduisant à une dose travailleur individuelle inférieure à 1 mSv/an	
	Scénario : pour chaque type de colis, le travailleur est situé à 1 m du colis pendant 30 min	Scénario : pour chaque type de colis, le travailleur est situé au contact du colis pendant 5 min et à 1 m pendant 25 min.
Catégorie I-BLANCHE	4 000	1 600
Catégorie II-JAUNE	200	40 ^a
Catégorie III-JAUNE	20	6 ^b
Catégorie III en usage exclusif	0	0
^a 40 colis avec un débit de dose moyen de 0,25 mSv/h au contact et un TI de 1		
^b 6 colis avec un débit de dose moyen de 1,25 mSv/h au contact et un TI de 10		

¹⁴ Ce tableau est reproduit ici avec l'aimable permission de l'Agence internationale à l'énergie atomique.





15, rue Louis Lejeune
92120 Montrouge
Centre d'information du public : 01 46 16 40 16 • info@asn.fr

Coordonnées des divisions de l'ASN :

www.asn.fr/Contact

<http://professionnels.asn.fr>

