

Guide du requérant relatif aux  
demandes d'approbation  
d'expédition et d'agrément des  
modèles de colis ou de matières  
radioactives à usage civil transportés  
sur la voie publique

GUIDE N° 7

Indice 0, version du 07/04/2009



## Sommaire

1	OBJET DU GUIDE	3
2	CONTEXTE JURIDIQUE	3
3	RECOMMANDATIONS	4
	3.1 Documents à l'appui d'une demande d'agrément ou d'approbation d'expédition	4
	3.2 Structure du dossier de sûreté	8
	3.3 Délai d'instruction et retour d'expérience	8
	3.4 Certificat d'agrément	9
	3.5 Modifications du modèle de colis	10
4	REFERENCES	12
	Annexe 1 : Retour d'expérience des points soulevés lors des expertises	13
	Annexe 2 : Guide européen des dossiers de sûreté des modèles de colis (guide PDSR)	31
	Annexe 3 : Canevas pour l'élaboration d'un projet de certificat	89

Toutes observations et suggestions sur ce guide peuvent être adressées à l'ASN : [marie-therese.lizot@asn.fr](mailto:marie-therese.lizot@asn.fr)

## **1 OBJET DU GUIDE**

Le présent guide présente les recommandations de l'Autorité de Sûreté Nucléaire aux requérants afin de faciliter l'instruction des demandes d'agrément et d'approbations d'expédition relatives au transport des matières radioactives.

Il précise également les modalités de transmission des dossiers de sûreté à l'Autorité et à l'IRSN, leur structure, le contenu du projet de certificat d'agrément, les délais minimaux de traitement, le retour d'expérience des précédentes instructions et les dispositions à respecter en cas de modification d'un modèle de colis ou de matière.

Rappelons que les guides de l'ASN sont les textes produits par l'ASN qui, bien que juridiquement non contraignants, comportent une interprétation du droit positif ou définissent des modalités pour atteindre des objectifs fixés par les textes réglementaires.

## **2 CONTEXTE JURIDIQUE**

Au titre des missions qui lui ont été confiées par la loi 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité des matières nucléaires (loi TSN), l'Autorité de Sûreté Nucléaire accorde les autorisations ou agréments et reçoit les déclarations relatifs au transport des matières radioactives.

*« Art. 35. L'Autorité de sûreté nucléaire accorde les autorisations ou agréments et reçoit les déclarations relatifs au transport de substances radioactives. »*

En complément de cet article 35, les matières radioactives constituent la classe 7 des marchandises dangereuses dont le transport est principalement réglementé, par voie modale, selon les arrêtés ADR\*, RID\*, ADNR\*, RSN et OPS1 cités en références [1] à [5]). Ces arrêtés rendent applicables en France les règlements ou accords internationaux ADR, RID, ADNR, code IMDG et IT de l'OACI visés en références [6] à [10] qui précisent les modèles de colis ou de matières pour lesquels un agrément de l'ASN est requis. Toute la réglementation modale est fondée sur les Règlements de transport des matières radioactives de l'AIEA rappelés en références [11] à [14].

Le présent guide s'applique donc aux modèles de colis ou de matières radioactives pour lesquels un agrément de l'ASN est requis. Il s'agit des modèles utilisés pour :

- les matières radioactives sous forme spéciale ;
- les matières radioactives faiblement dispersables ;
- les colis contenant 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium ;
- tous les colis contenant des matières fissiles ;
- les colis de type B(U) et les colis de type B(M) ;
- les colis de type C.

Ce guide s'applique également aux expéditions de matières radioactives et aux adjonctions au modèle de colis pour lesquelles une approbation de l'ASN est requise par la réglementation des transports de marchandises dangereuses.

Ce guide annule et remplace les courriers cités en références [15] et [16].

\* A noter que les arrêtés ADR, RID et ADNR seront remplacés prochainement par l'arrêté fusionné TMD.



### **3 RECOMMANDATIONS**

Les recommandations figurant ci-dessous ont pour objectif principal de faciliter l'instruction des demandes d'agrément et d'approbations d'expédition relatives aux transports des matières radioactives et précisent les modalités de transmission des documents à l'autorité et son appui technique, la structure du dossier et le contenu du projet de certificat d'agrément, les délais minimaux d'instruction et le retour d'expérience sur les justifications insuffisantes, et les dispositions en cas de modification d'un modèle de colis/matière.

#### **3.1 Documents à l'appui d'une demande d'agrément ou d'approbation d'expédition**

Dans le cadre du transport des matières radioactives, toute demande d'approbation d'expédition ou d'agrément d'un modèle doit faire l'objet d'un courrier officiel accompagné d'un dossier de sûreté justifiant le respect des prescriptions réglementaires à (voir paragraphe 3.2 et annexe 2) adressé à :

*Monsieur le directeur des activités industrielles et du transport  
ASN/DIT  
10 route du Panorama  
92266 Fontenay-aux-Roses cedex*

sous la forme suivante :

- un exemplaire du dossier de sûreté en version papier;
- un jeu de plans complets supplémentaire ;
- deux exemplaires du dossier de sûreté gravé sur CD-ROM ;
- une copie du courrier officiel adressé à l'ASN à Paris ;
- une version électronique du projet de certificat.

Afin de faciliter l'instruction des dossiers, une copie de toute demande devra être transmise à l'appui technique de l'ASN :

*Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire  
Direction de la sûreté des laboratoires, des usines, des transports et des déchets  
IRSN/DSU  
B.P. 17  
92262 Fontenay-aux-Roses cedex*

accompagnée :

- d'un exemplaire du dossier de sûreté en version papier ;
- de trois jeux de plans complets supplémentaires ;
- de deux exemplaires du dossier de sûreté gravés sur CD-ROM. ;
- d'une copie du courrier officiel adressé à l'ASN à Paris ;
- une version électronique du projet de certificat.

Tous les documents transmis doivent être rédigés en français. Toutefois, une version en anglais pour les modèles de colis utilisés à l'étranger est possible.

Les CD-ROM doivent impérativement comporter la totalité des chapitres du dossier de sûreté (révisés ou non), ainsi que l'ensemble des plans. Les plans anciens, difficiles à retranscrire en version informatique, pourront être transmis de façon complémentaire en version papier, chacun



des CD-ROM étant alors accompagné d'un jeu de plans additionnel. Le CD-ROM doit clairement identifier le modèle de colis et la référence (avec la révision) du dossier de sûreté qu'il contient ainsi que les cotes des certificats associés.

Lorsque le format des fichiers ne permet pas leur visualisation sur un PC équipé de logiciels usuels, un logiciel de visualisation sans licence devra être inclus sur chacun des CD-ROM.

Toute demande ne respectant pas les dispositions prévues à cet effet ne fera pas l'objet d'une suite favorable.

Dès vérification de la composition du dossier, un accusé de réception vous sera transmis.

### 3.1.1 Nouveau modèle de colis

Pour les nouveaux modèles de colis, il est recommandé de soumettre à l'ASN un dossier d'options de sûreté et le cas échéant un programme d'essais réglementaires en préalable à la demande d'agrément.

Au niveau du dossier d'options de sûreté, il devra être précisé le nombre de colis à fabriquer et le nombre de transports prévisionnels.

Le programme d'essais devra être transmis après la prise en compte des remarques soulevées lors de l'examen des options de sûreté.

Enfin, le programme d'essais réglementaires doit être soumis à l'approbation de l'ASN avant la réalisation effective des essais. Les dates retenues doivent permettre aux services de l'ASN et à son appui technique d'assister à la réalisation des essais.

A l'appui de la demande, le requérant doit transmettre en plus du dossier de sûreté :

- la notice d'utilisation associée au dossier de sûreté transmis et la liste des utilisateurs potentiels;
- les spécifications de maintenance associées au dossier de sûreté transmis et la liste des maintenanciers;
- les spécifications de fabrication associées au dossier de sûreté transmis, la liste des fabricants et le nombre de fabrications envisagées;

Tout nouveau modèle de colis pourra faire l'objet d'un avis du groupe permanent d'expert transport.

### 3.1.2 Prorogation d'agrément

Les agréments délivrés par l'ASN ont une durée de validité limitée, généralement de 5 ans. Afin de renouveler la validité d'un agrément, il y a lieu de formuler une demande de prorogation d'agrément.

A l'appui des demandes de prorogation d'agrément, le requérant doit transmettre en plus du dossier de sûreté :

- la notice d'utilisation associée au dossier de sûreté transmis et la liste des utilisateurs potentiels;



- les spécifications de maintenance associées au dossier de sûreté transmis et la liste des maintenanciers ;
- les spécifications de fabrication associées au dossier de sûreté transmis, la liste des fabricants et des fabrications réalisées et envisagées ;
- un retour d'expérience pour justifier et confirmer la pertinence des spécifications d'utilisation, de maintenance et de fabrication.

### 3.1.3 Extension d'agrément

Des modifications de concept sont parfois envisagées pour pouvoir transporter de nouveaux contenus ou pour permettre une évolution des emballages. Le requérant doit solliciter une extension de l'agrément en cours de validité.

Dans ce contexte, les demandes d'extension transmises à l'ASN doivent définir précisément les différences avec le champ couvert par l'autorisation en cours de validité, afin de pouvoir apprécier le niveau de sûreté selon une approche différentielle.

### 3.1.4 Validation

Dans le cas d'une demande de validation d'un agrément obtenu dans un pays étranger, le requérant devra transmettre en plus du dossier de sûreté :

- des informations sur l'utilisation effective des colis en France ou le simple transport en transit sur le territoire français ;
- le certificat d'agrément délivré par l'Autorité compétente du pays d'origine, ce certificat devra être traduit en français ;
- la validation du certificat dans d'autres pays que celui d'origine ; il appartient au requérant en outre de transmettre une copie des certificats de validation d'agrément existant ;
- la notice d'utilisation associée au dossier de sûreté transmis et la liste des utilisateurs ;
- les spécifications de maintenance associées au dossier de sûreté transmis et la liste des maintenanciers ;
- les spécifications de fabrication associée au dossier de sûreté transmis, la liste des fabricants et fabrications envisagées ;
- un retour d'expérience pour justifier et confirmer la pertinence des spécifications d'utilisation, de maintenance et de fabrication.

### 3.1.5 Arrangement spéciaux

Les envois pour lesquels il n'est pas possible de se conformer à l'une quelconque des prescriptions applicables aux modèles de colis concernés ne peuvent être transportés que sous arrangement spécial.

Des mesures compensatoires justifiées doivent être proposées pour garantir un niveau général de sûreté équivalent à celui qui serait assuré si toutes les prescriptions applicables étaient respectées.

Les demandes d'approbation d'expédition sous arrangement spécial doivent être sollicitées à titre exceptionnel, pour un envoi unique ou une série d'envois multiples prévus et limités dans le



temps. Typiquement, cette limitation correspond à la durée de remise en conformité du modèle de colis à la réglementation applicable ou, en cas d'impossibilité, à la durée de développement d'un nouveau modèle de colis de remplacement.

Le requérant devra de plus transmettre les informations demandées au 3.1.2 ou au 3.1.4 suivant le cas applicable.

### 3.1.6 Adjonctions aux colis

Les adjonctions au colis apportées au moment du transport et qui ne font pas partie intégrante du colis ne doivent pas en diminuer le niveau de sûreté.

Dans ce contexte, il y a lieu de transmettre en plus du dossier de sûreté susmentionné :

- la description des adjonctions au colis, dispositifs et moyens de transport qui seront utilisés ; les démonstrations de sûreté qui permettent de garantir que le niveau de sûreté des colis n'est pas diminué par les adjonctions apportées au moment du transport.

Ces éléments peuvent être intégrés au dossier de sûreté ou peuvent faire l'objet d'un document séparé. Une attention particulière devra être apportée aux :

- moyens de transport confinés (bâches, caissons, canopies, etc.) car la dissipation de la chaleur est susceptible d'être modifiée ;
- châssis de transport/dispositifs d'arrimage/manutention présent pendant le transport et qui peuvent présenter des caractéristiques potentiellement agressives.

Outre l'agrément du modèle de colis, les adjonctions et moyens de transport utilisés feront l'objet d'une autorisation spécifique, sans préjudice d'autres exigences réglementaires applicables (telles que la protection physique des matières nucléaires), et dès lors qu'elles ont une influence sur le niveau de sûreté du colis.

#### Dispositions transitoires pour les châssis/dispositifs d'arrimage/manutention :

*L'analyse des conséquences est obligatoire pour les concepts de colis qui feront l'objet d'une première demande d'agrément.*

*Pour les anciens concepts de colis, l'analyse est requise pour le 31/12/2013 (voir courrier ASN/DIT/0063/2009 du 28 janvier 2009).*

## 3.2 Structure du dossier de sûreté

La volonté d'harmoniser les pratiques entre les Etats membres de l'Union européenne a donné naissance à un guide européen relatif à l'élaboration des dossiers de sûreté des modèles de colis. Pour toute demande relative à un modèle de colis, le dossier de sûreté devra donc être rédigé en respectant la structure donnée dans le guide européen joint en annexe 2.

#### Dispositions transitoires :



*La conformité de la structure du dossier de sûreté au guide européen PDSR est obligatoire pour les concepts qui feront l'objet d'une première demande d'agrément.*

*Pour les anciens concepts, ou pour les modèles de colis en cours d'expertise, la conformité de la structure du dossier de sûreté au guide européen est recommandée pour faciliter l'instruction.*

### **3.3 Délai d'instruction et retour d'expérience**

La qualité du dossier de sûreté constitue un facteur déterminant en termes de délais d'instruction. A cet égard, le requérant doit prendre les dispositions nécessaires pour que le dossier parvienne complet dans des délais compatibles avec les durées minimales d'instruction suivantes :

- nouvel agrément : 12 mois ;
- prorogation d'agrément : 12 mois ;
- extension d'agrément : 6 mois ;
- validation d'un agrément déjà obtenu à l'étranger : 12 mois ;
- approbation d'expédition sous arrangement spécial : 6 mois ;
- approbation d'expédition : 3 mois ;
- étude du comportement thermique sous bâche ou canopy (lorsque cette étude est séparée du dossier de sûreté) : 3 mois ;
- programme d'essais (épreuves réglementaires ou essais de qualification) : 6 mois ;
- examen d'un dossier d'options de sûreté : 3 mois.

Vu le nombre variable de dossiers en cours d'instruction, ces délais sont donnés à titre indicatif. Les délais courent à partir de la date d'émission d'une télécopie de l'ASN accusant réception de la demande. Les insuffisances soulevées au cours de l'expertise et les délais de réponse peuvent retarder l'instruction.

L'examen précoce des options de sûreté des nouveaux modèles de colis peut permettre d'optimiser les délais ultérieurs, voire d'éviter des blocages.

**Par ailleurs, il s'avère que des insuffisances sont fréquemment rencontrées lorsque les requérants procèdent à des essais de qualification sans avoir soumis au préalable la spécification des conditions prévues pour ces essais. Il s'agit par exemple d'études génériques dont les résultats sont utilisés dans les dossiers de sûreté. Comme pour les épreuves réglementaires, ces essais ne pourront être réalisés sans un accord formel de l'ASN qui y assistera au besoin.**

Le retour d'expérience sur les justifications insuffisantes présentées dans les dossiers de sûreté relatifs au transport de colis de matières radioactives à prendre en compte pour toute demande est donné en annexe 1.

Dans le cas d'une demande de validation d'agrément, les délais peuvent s'allonger lorsque le modèle de colis est inconnu de l'ASN (pour les nouveaux concepts développés à l'étranger, une expertise en parallèle avec l'Autorité compétente du pays d'origine est envisageable).





### 3.4 Certificat d'agrément

Le requérant devra transmettre un projet de certificat en version informatique conforme au canevas joint en annexe 3. Les informations confidentielles en termes de propriété intellectuelle et de sécurité publique ne devront pas apparaître dans les certificats.

La mise en forme suivante devra être respectée :

- format papier A4 ;
- version informatique visualisable sur PC avec les logiciels usuels;
- marges : haut 3cm, bas 3cm, gauche 2cm et droite 1cm ;
- police de caractère : Garamond, taille 11 ;
- paragraphes : simple, sans espace interligne ;
- passage à un nouveau paragraphe avec un saut de ligne.
- listes : tiret suivi du texte commençant par une minuscule, point virgule en fin de ligne et généralement point en fin de liste (voire virgule en fonction de la suite du texte).

Le certificat est composé d'un corps de certificat signé par l'autorité, le cas échéant d'une annexe « t » contenant les modalités d'expédition, d'une annexe 0 correspondant à la description de l'emballage et d'annexes correspondant à la description des contenus permis.

Toutes les pages du certificat doivent porter en haut à droite, la cote du certificat. Elle est de la forme : Indicatif/Numéro/ Indicatif de type.

- L'indicatif est F pour la France ;
- le numéro est le numéro propre à un modèle de colis ;
- l'indicatif de type est :
- soit, dans le cas des matières sous forme spéciale S, S-85, S-96 suivant les différentes éditions de l'AIEA ;
- soit dans le cas d'un modèle de colis pour de l'hexafluorure d'uranium non fissile ou fissile excepté, si aucun des autres types ne s'applique ;
  - H(M)-96 dans le cas d'un agrément multilatéral suivant l'AIEA 96 ;
  - H(U)-96 dans le cas d'un agrément unilatéral ;
- soit le type du colis, éventuellement suivi de la lettre T quand le certificat inclut une approbation d'expédition :
  - IF, IF-85, IF-96 pour un colis industriel fissile agréé suivant les différentes éditions de l'AIEA ;
  - AF, AF-85, AF-96 pour un colis de type A agréé suivant les différentes éditions de l'AIEA ;
  - B(M), B(M)-85 ou B(M)-96 pour l'agrément multilatéral d'un colis de B agréé suivant les différentes éditions de l'AIEA ;
  - B(M)F, B(M)F-85 ou B(M)F-96 pour l'agrément multilatéral d'un colis de B fissile agréé suivant les différentes éditions de l'AIEA ;
  - B(U), B(U)-85 ou B(U)-96 pour l'agrément unilatéral d'un colis de B agréé suivant les différentes éditions de l'AIEA ;
  - B(U)F, B(U)F-85 ou B(U)F-96 pour l'agrément multilatéral d'un colis de B fissile agréé suivant les différentes éditions de l'AIEA ;
  - C-96 pour un colis de type C agréé suivant l'AIEA 96 ;
  - CF-96 pour un colis de type C fissile agréé suivant l'AIEA 96 ;



Objet de l'émission	Corps	Annexe 0	Annexe 1
Agrément français	F/336/B(U)F-96 (Ab) Page x/y	F/336/B(U)F-96 0a Page x/y	F/336/B(U)F-96 1b Page x/y
Validation	F/543/B(U)F-85 (a) D/4229/B(U)F-85 (rév. 6) Page x/y	F/543/B(U)F-85 0a D/4229/B(U)F-85 (rév. 6) Page x/y	F/543/B(U)F-85 1a D/4229/B(U)F-85 (rév. 6) Page x/y

Exemples d'indice de révision :

Objet de l'émission	Corps	Annexe t	Annexe 0	Annexe 1
Agrément initial	Cote (Aa)		Cote 0a	Cote 1a
Extension de l'emballage modifié	Cote (Ab)		Cote 0b	Cote 1a
Extension du contenu 1	Cote (Ac)		Cote 0b	Cote 1c
Prorogation	Cote (Bd)		Cote 0d	Cote 1d
Agrément avec approbation des modalités d'expédition	Cote T (Be)	Cote te	Cote 0d	Cote 1d
Approbation d'expédition sous arrangement spécial (le numéro ne sert qu'une fois)	F/numéro/X		F/numéro/X 0	F/numéro/X 1
Source sous forme spéciale	F/numéro/S-96 (Aa)		F/numéro/S-96 0a	F/numéro/S-96 1a

Validation/Objet de l'émission	Corps du certificat	Annexe 0 : Spécifications complémentaires	Annexe 1 : Traduction française du certificat d'agrément du pays d'origine	Annexe 2 : Certificat d'agrément du pays d'origine
1ère validation	(a)	0a	1a	2a
2ième validation	(b)	0b	1b	2b

### 3.5 Modifications du modèle de colis

Des modifications des modèles de colis agréés peuvent survenir en cours de fabrication ou en cours d'exploitation. Ces modifications sont susceptibles d'affecter les spécifications du certificat d'agrément ou du dossier de sûreté visé dans ce certificat. Aussi apparaît-il opportun, à l'occasion d'une demande d'agrément, de ne faire apparaître dans le dossier de sûreté que les informations utiles pour la sûreté pour décrire complètement un modèle de colis. Afin de préciser le traitement à apporter aux modifications de concept, celles-ci peuvent être classées en trois catégories M1, M2 et M3. Ces dispositions ne sont pas applicables aux modifications de contenu ou aux approbations d'expédition.



### Catégorie M1 : Modifications majeures

Les modifications qui affectent de façon significative la sûreté du modèle sont traitées comme des modifications majeures. Pour une modification majeure, un nouveau certificat d'agrément est nécessaire, moyennant une expertise du dossier de sûreté correspondant. A cet effet, le requérant doit transmettre une demande d'extension d'agrément.

### Catégorie M2 : Modifications notables

Une modification notable concerne toute situation où le requérant est en mesure de démontrer que la modification du modèle permet de maintenir, par l'utilisation de la même procédure de démonstration (même logique et même séquençement), une marge de sûreté comparable à celle du dossier de sûreté pris en compte dans le certificat d'agrément en cours de validité. Cette marge doit rester significative.

Pour une modification notable, il est demandé aux requérants d'informer l'ASN en transmettant les informations démontrant que la sûreté de ce modèle n'est pas remise en cause. Les modifications doivent être documentées. Toute modification des éléments apparaissant dans le certificat d'agrément ou dans le dossier de sûreté est considérée au minimum comme notable.

Si la classification de la modification est confirmée au regard des documents transmis, le requérant doit formuler une demande d'extension d'agrément qui pourra alors être traitée rapidement. Ce type de demande ne sera accepté qu'à titre exceptionnel.

### Catégorie M3 : Modifications mineures

Les modifications qui n'affectent pas la sûreté sont considérées comme mineures. Ce sont, par exemple, des modifications de nuances de matériaux à la suite de difficultés d'approvisionnement, dans la mesure où les propriétés du matériau selon la nouvelle nuance sont conformes aux spécifications pour l'ancienne nuance.

Ces modifications doivent être documentées selon les règles d'assurance de la qualité. L'ASN est susceptible de procéder à l'inspection de ces documents. Le requérant devra tenir à jour la liste des modifications mineures et les signaler à l'occasion de chaque prorogation d'agrément.



## 4 REFERENCES

### Arrêtes nationaux par voie modale de transport

- [1] Arrêté du 1er juin 2001 modifié relatif au transport des marchandises dangereuses par route (arrêté ADR)
- [2] Arrêté du 5 juin 2001 modifié relatif au transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (arrêté RID)
- [3] Arrêté du 5 décembre 2002 modifié relatif au transport des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure (arrêté ADNR)
- [4] Arrêté du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires, règlement annexé, division 411 (arrêté RSN)
- [5] Arrêté du 12 mai 1997 modifié relatif aux conditions techniques d'exploitation d'avions par une entreprise de transport aérien public (arrêté OPS1).

### Accords et règlements internationaux par voie modale de transport

- [6] Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR)
- [7] Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID)
- [8] Règlement pour le transport des matières dangereuses sur le Rhin (ADNR)
- [9] Code maritime international des marchandises dangereuses (code IMDG de l'OMI)
- [10] Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses (IT de l'POACI)

### Règlements de transport de l'AIEA

- [11] Règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection normes de sûreté, N°TS-R-1, édition de 2005
- [12] Règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection normes de sûreté, N°TS-R-1, édition de 1996 (amendée en 2003)
- [13] Règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection sécurité n°6, édition de 1985 (revue en 1990)
- [14] Règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection sécurité n°6, édition de 1973 (amendée)
- [15] Courrier DGSNR/SD1/0265/2006 du 31 mars 2006
- [16] Courrier ASN/DIT/0182/2008 du 7 avril 2008



## ANNEXE 1

### Retour d'expérience des points soulevés lors des expertises

#### Liste des justifications s'étant révélées absentes des dossiers de sûreté ou insuffisantes, de façon répétitive

##### 0. GENERALITES

- 0.1. Le dossier de sûreté doit comporter la liste des exigences réglementaires de conception applicables au modèle de colis avec référence aux parties du dossier de sûreté justifiant leur respect.** 2004
- 0.2. Le dossier de sûreté doit comporter la liste exhaustive des aménagements internes et des contenus. Leur description doit être suffisamment précise pour pouvoir apprécier les risques.** 2006
- 0.2.1. Description, plan de concept et matériau des paniers, cales, étuis, capsules, bouteilles... Les propriétés des matériaux doivent être données pour des températures comprises entre -40°C et la température maximale atteinte en conditions normales de transport. 2006
- 0.2.2. Matériau, composition et poids des matériaux hydrogénés (housses, ...) 2006
- 0.2.3. Description et plan coté des assemblages, crayons, tubes-guides, grilles, embouts, peignes et chemises, avec le nombre de crayons vissés, la nuance de tous les matériaux, le type de gaine, les propriétés mécaniques minimales requises pour les matériaux des gaines et des embouts (contrainte élastique, contrainte à la rupture, allongement à la rupture, résilience ou autre propriété permettant de caractériser le risque de rupture fragile en cas de choc). 2006
- 0.3. Description des contenus et de leurs formes physiques, chimiques et radioactives, de façon suffisamment précise pour pouvoir apprécier les risques de perte du confinement, de la radioprotection, de la sous-criticité et de la protection contre la chaleur.**
- 0.3.1. Prise en compte des risques associés aux phénomènes de ségrégation survenant lors de processus d'évaporation, par exemple pour des produits de filiation de l'uranium ou les produits de fission lors des vidanges successives des cylindres de transport d'hexafluorure d'uranium (lorsque la vidange est réalisée en phase gazeuse, les composés non volatils restent dans le cylindre), ou de processus de précipitation de sels en solution. 2004
- 0.3.2. La conformité avec les dispositions réglementaires relatives aux matières fissiles exceptées doit être justifiée le cas échéant.



0.3.3. Pour les colis chargés de matières fissiles, le dossier de sûreté doit comporter les informations nécessaires à la définition des milieux fissiles, notamment :

- 0.3.3.1. Tous milieux
- nature physico-chimique ;
  - compositions isotopiques (enrichissement en  $U^{235}$  de l'uranium, vecteur isotopique du plutonium), rapport massique Pu / (U+Pu) ;
  - hypothèses particulières éventuelles de densité, composition des alliages, présence de matières inertes, etc.
- 0.3.3.2. Milieux homogènes
- limitations de masses éventuelles ;
  - limitation éventuelle de la modération ;
  - présence éventuelle de poisons neutroniques.
- 0.3.3.3. Milieux constitués de crayons ou d'aiguilles gainés ( $UO_2$ ,  $UO_2$ - $PuO_2$ , etc.)
- diamètre des pastilles ;
  - diamètre extérieur des crayons ;
  - nature et épaisseur du gainage ;
  - géométrie enveloppe des faisceaux (ou pas du réseau et nombre de crayons sur une arête) ;
  - distinction éventuelle de plusieurs zones de composition ;
  - hypothèses particulières éventuelles de modération (présence d'eau et/ou nombres de crayons (minimum et maximum)) ;
  - présence éventuelle de poisons neutroniques.
- 0.3.3.4. Milieux constitués de plaques combustibles gainés :
- nature et épaisseur du gainage ;
  - géométrie enveloppe des faisceaux (ou pas du réseau et nombre de plaques sur une arête) ;
  - dimensions hors tout et dimension de la partie active ;
  - distinction éventuelle de plusieurs zones de composition ;
  - hypothèses particulières éventuelles de densité ;
  - hypothèses particulières éventuelles de modération (présence d'eau et/ou nombres de plaques par faisceau (minimum et maximum)) ;
  - présence éventuelle de poisons neutroniques.
- 0.3.3.5. Conditions ou hypothèses particulières éventuelles :
- répartition non uniforme des matières fissiles et/ou de la modération ;
  - matières fissiles irradiées (taux de combustion minimum moyen et aux extrémités).



## 1. CONFINEMENT

(pour colis de type B, sauf paragraphe 1.2.1.2.)

- 1.1. **Existence d'une enveloppe de confinement justifiée, notamment en conditions accidentelles de transport (CAT). Description précise de tous les composants et de leurs performances notamment mécanique et thermique.**
- 1.2. **Respect des critères de confinement en CNT et en CAT.** 2006  
**Analyser tous les relâchements possibles sous forme gazeuse, liquide, solide ou aérosols. Analyser le relâchement dû à la perméabilité des joints.**  
**En ce qui concerne les aérosols, prendre en compte tous les isotopes, produits de fission et actinides.**
- 1.2.1. **Respect des critères de confinement en CNT.**
- 1.2.1.1. *Transport d'assemblages irradiés : justification du taux de rupture de gaines retenu en CNT en considérant en particulier le fluage des gaines* 2003
- 1.2.1.2. *Dans le cadre des colis de type IP ou A, la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu doit être apportée. Elle peut s'appuyer sur un critère quantitatif garantissant une dose engagée pour toute personne à proximité des colis conforme à une fraction des limites réglementaires de dose annuelle individuelle.* 2008  
2006  
2004
- 1.2.1.3. *Transport d'assemblages irradiés : prendre en compte les caractéristiques enveloppes du point de vue du relâchement d'activité (taux de combustion, enrichissement, temps de refroidissement).* 2008
- 1.2.2. **Prendre en compte la température maximale des joints de confinement, souvent obtenue en transport confiné (sous bache ou canopy).** 2008
- 1.2.3. **Respect du critère de relâchement (A2/sem) en CAT.**
- 1.2.3.1. *Justification de la tenue des assemblages combustibles en CAT et du taux de rupture de gaines retenu en CAT en considérant en particulier le fluage des gaines.* 2003
- 1.3. **Justification du pourcentage de relâchement des gaz de fission hors du matériau combustible irradié étudié.** 2004  
2003
- 1.4. **Contrôle d'étanchéité systématique au chargement, cohérent avec les justifications précédentes.**



- 1.4.1. En cas d'utilisation d'un critère relâché, garantir l'absence de défauts susceptibles de créer, dans les conditions d'exploitation, une fuite de taux supérieur au débit de fuite maximal admissible (contrôles d'état et de propreté par exemple...) et la traçabilité de cette absence de défauts. 2006  
2004  
2001  
2000
- 1.4.2. Dans le cas où un joint ne faisant pas partie de l'enveloppe de confinement, et situé à l'intérieur de celle-ci, délimite une partie du volume interne de l'enveloppe de confinement, il doit être montré qu'une défaillance du joint de confinement peut être détectée lors du contrôle d'étanchéité effectué avant expédition. En effet, dans le cas d'une telle défaillance, le joint situé à l'intérieur de l'enveloppe de confinement est susceptible de masquer cette défaillance en remplaçant le joint à contrôler. 2006  
2004
- 1.5. Absence de composants internes contondants susceptibles d'agresser et de remettre en cause l'enveloppe de confinement.**
- 1.6. Réalisation de contrôles d'étanchéité sur les prototypes ou maquettes ayant été soumis à des épreuves de chute, cohérents avec (1.2.).**
- 1.7. Qualité des soudures de l'enveloppe de confinement en conception, en fabrication et en réparation.**
- 1.7.1. Les soudures doivent être entièrement pénétrées, autorisées par un code de construction au niveau de qualité maximal.
- 1.7.2. Contrôle de santé des soudures à 100 % (contrôle en volume par radiographie ou ultrasons).
- 1.8. Démonstration que le volume libre des gorges des joints est suffisant pour permettre la dilatation thermique des joints en conditions normales et accidentelles de transport, sauf justification appropriée.** 2001
- 1.9. Pour les colis dont le transport s'effectue avec une cavité contenant de l'eau, le dossier de sûreté doit comporter la démonstration que la présence d'eau ne remet pas en cause la validité du contrôle d'étanchéité de l'enceinte de confinement, par colmatage des chemins de fuite par exemple.** 2001
- 1.10. Justification du confinement pour une pression externe de 0,6 bar absolu (conformément aux conclusions du GP/CST réunis le 24/01/2003).** 2004  
2003





## 2. RADIOPROTECTION

- 2.1. Préciser dans le dossier de sûreté les zones potentielles de pic de débit de dose à contrôler avant expédition.
- 2.2. Justification de l'absence de perte de protection radiologique qui résulterait en une augmentation de plus de 20% du débit de dose maximal en conditions normales de transport. Tenir compte des mouvements possibles du contenu radioactif à l'intérieur du colis. 2008  
2005
- 2.3. Prise en compte des risques associés aux phénomènes de ségrégation (par exemple précipitation des sels en solution, pieds de cuve d'UF6, ...). 2004
- 2.4. Évaluer les débits de dose maximums autour du colis en conditions de transport de routine pour des caractéristiques de contenu enveloppes de celles des contenus définis dans le certificat. En cas d'impossibilité, proposer dans le dossier de sûreté une démarche permettant de garantir le respect des débits d'équivalent de dose autour du colis avant chargement des contenus dans l'emballage. 2008
- 2.5. Justification du maintien du blocage des sources en position de stockage dans les irradiateurs (en condition de chutes en séquence).
- 2.6. Prise en compte pour l'évaluation des débits de dose en CAT des modifications géométriques du contenu à l'issue des épreuves représentatives des CAT. 2004
- 2.7. Justification de l'absence de fusion locale des matériaux assurant la radioprotection en condition de feu, compte tenu notamment des effets de la chute sur poinçon et des éventuels eutectiques des alliages métalliques (par exemple antimoine dans le plomb), ou de la limitation de la fusion à un volume compatible avec les critères réglementaires de débit de dose en CAT. 2004
- 2.8. Évaluation des risques de tassement du plomb et du débit de dose associé pour l'épreuve de chute libre d'une hauteur de 9m la plus pénalisante en tenant compte de la variation du comportement du plomb avec la température et des températures les plus pénalisantes pour le plomb en conditions normales de transport. 2000



### 3. SURETE-CRITICITE

(pour colis chargé de matières fissiles)

#### 3.1 Contenu : Description précise du contenu et de toutes ses variantes. 1996 (voir 0.3.3)

- 3.1.1. Justification couvrant tous les cas possibles compte tenu des diverses caractéristiques géométriques (tolérances dimensionnelles, positions des composants) et physiques ; lorsque l'augmentation de la densité des poudres est envisageable en conditions normales ou accidentelles de transport, prendre en compte la densité la plus pénalisante pour les calculs de criticité. Prendre également en compte les nucléides pouvant soutenir une réaction en chaîne et n'étant pas définies comme des matières fissiles : si certains nucléides peuvent être présents en quantité ou concentration suffisante pour augmenter le facteur de multiplication de neutrons, leur concentration et/ou leur quantité doivent être définies.
- 3.1.2. Dans le cas où des matériaux dont la concentration en hydrogène est supérieure à celle de l'eau peuvent faire partie du contenu, la démonstration de sûreté-criticité doit tenir compte de ces matériaux. 2001
- 3.1.3. Lorsque la quantité de matière fissile permise dans le colis est exprimée en masse d'uranium 235, sans mention de la masse d'uranium total, et sans restriction sur la présence éventuelle de plusieurs enrichissements, il convient de justifier la sous-criticité en considérant, en plus de la masse d'uranium 235, une masse quelconque d'uranium naturel dont la localisation doit être optimisée. 2006
- 3.1.4. Il n'est pas permis de classer une partie du contenu en matière fissile exceptée pour un colis chargés de matière fissile. Toute la matière fissile présente dans un contenu doit être prise en compte dans les démonstrations de sûreté-criticité, y compris, le cas échéant, l'uranium naturel ou appauvri. 2006

#### 3.2 Exhaustivité des justifications

- 3.2.1. Ne pas omettre de cas de calcul (colis endommagé isolé ou réseau de 5N colis non endommagés par exemple). 2004



- 3.2.2. Pour les colis de transport de matières fissiles agréés selon l'AIEA 85, 2000  
considérés isolément, dont la sous criticité est démontrée en prenant en compte l'absence de pénétration d'eau, ou pénétration partielle d'eau, conformément au § 565b du Règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA édition 1985 revue en 1990 (SS n°6), décrire dans le projet de certificat d'agrément les caractéristiques spéciales d'étanchéité du colis. Tenir compte, en fonction du taux de fuite vérifié avant expédition ou du taux de fuite en CAT (selon le plus pénalisant), de l'influence de la quantité d'eau susceptible de pénétrer dans les espaces vides du colis lors de l'épreuve d'immersion sous 0,9m d'eau (§633) sur la sûreté-criticité.
- 3.2.3. Pour les colis de transport de matières fissiles agréés selon l'AIEA 96, la 2003  
disposition du paragraphe précédent est reprise dans le paragraphe 677 a) à condition que l'emballage soit muni de barrières étanches multiples dont chacune conserverait son efficacité en conditions accidentelles de transport. Cette double (au minimum) barrière doit s'appliquer à tous les chemins de fuite de l'enveloppe de confinement. Pour les colis chargés ou déchargés sous eau, l'exploitant devra par ailleurs garantir la sûreté-criticité des colis isolés sous eau afin de maîtriser le risque d'erreur humaine de vidange, drainage ou séchage.  
Un colis constitué d'un fond épais, d'une virole épaisse en acier, d'une 2008  
liaison fond/virole assurée par une soudure pleine pénétration et d'un système de fermeture assuré par deux couvercles munis chacun de joints peut répondre aux exigences du paragraphe 677 a) à condition qu'il existe des marges par rapport à la rupture de la virole et du fond en conditions normales et accidentelles de transport sur la plage de température réglementaire.
- 3.2.4. Prise en compte de la pénétration d'eau résultant d'une immersion sous 0,9 2006  
m d'eau pendant au moins 8 heures. Dans le cadre d'une bonne pratique pour couvrir le cas d'un enlèvement en zone marécageuse (la viscosité de l'eau doit être déterminée à la température des joints), il est recommandé de prolonger la pénétration d'eau pendant une semaine. Cette durée est cohérente avec le temps considéré comme réaliste pour récupérer le colis.
- 3.2.5. Pour les colis chargés ou déchargés sous eau, prendre en compte le risque 2008  
d'erreur dans la quantité d'eau résiduelle présente dans la cavité du colis, par exemple, oubli ou défaillance des opérations de drainage et de séchage, sauf justification appropriée (pouvant être fondée sur des doubles opérations et double contrôle indépendant).
- 3.2.6. Prendre en compte toute humidité résiduelle susceptible d'être en contact 2008  
avec le milieu fissile en cours de transport, y compris la pression partielle de vapeur d'eau, la quantité d'eau présente dans les sels hydratés éventuellement formés lors des opérations de séchage, la quantité d'eau liquide résiduelle si l'opération de séchage n'est pas totalement efficace, notamment en cas de présence de pièges à eau tels que tubes guides non percés en point bas et crayons inétanches.



3.2.7. Pour le transport aérien, le règlement AIEA 96 prévoit une nouvelle configuration à considérer dans l'évaluation de criticité. Cette évaluation consiste en l'étude du colis isolé endommagé (endommagement résultant des épreuves dites de type C prévues pour le transport aérien), réfléchi par 20 cm d'eau, sans pénétration d'eau. En l'absence de démonstration du comportement mécanique du contenu, la première configuration pénalisante consiste à retenir la matière fissile sèche sous forme de sphère réfléchi par 20 cm d'eau. D'autres configurations peuvent être cependant plus pénalisantes. Les deux configurations suivantes (celles-ci ne sont pas exhaustives) pourraient conduire à une augmentation de réactivité :

- la matière fissile sèche sous forme de sphère entourée des matériaux réflecteurs de l'emballage (acier, plomb...) et réfléchi par 20 cm d'eau,
- la matière fissile mélangée aux matériaux modérateurs de l'emballage, réfléchi par les matériaux de l'emballage et par 20 cm d'eau.

2004  
2001



### 3.3 Méthodologie

- 3.3.1. Veiller à prendre en compte dans la modélisation l'ensemble des éléments de structures en acier ou autres matériaux de structures (aluminium, titane, ...) susceptibles d'avoir une incidence sur la multiplication des neutrons. 2004
- 3.3.2. La qualification des outils de calculs de criticité doit être vérifiée par le requérant. Les expériences critiques représentatives de la configuration du transport envisagé doivent être précisées. Il convient de porter une attention particulière aux milieux pour lesquels la base de qualification n'est pas très étendue (milieux faiblement modérés, assemblages combustibles plaques...). Pour ces milieux, il est nécessaire de retenir des modèles de calculs suffisamment pénalisants (hypothèses de calculs) dégageant des marges de sûreté afin de compenser, le cas échéant, le manque de qualification. 2008  
2006  
2004  
2003  
2001
- Le requérant devra aussi vérifier la qualification des codes d'évolution lorsqu'il applique un taux de combustion au combustible transporté.  
De même, la qualification des matériaux de structure, ou l'impact de la présence d'impuretés, doit être prise en compte pour l'évaluation des critères retenus, notamment lorsque l'impact de ces matériaux de structure est important en terme de criticité.
- 3.3.3. En cas de prise en compte du taux de combustion dans les justifications, il n'est pas admis de considérer le taux de combustion moyen sur les 50 cm les moins irradiés sur la hauteur qui dépasse des structures empoisonnées lorsque celle-ci est inférieure à 50 cm. 2004
- 3.3.4. Lorsque le mode de contrôle de la réactivité est un mode de contrôle faisant intervenir une limite sur la masse et la géométrie, les justifications doivent prendre en compte toute la plage possible des masses et des modérations (considérer une masse maximale de matière fissile avec une valeur de modulation variable puis une masse de matière fissile plus faible lorsque la cavité est remplie de modérateur). 2006
- 3.3.5. Il convient d'étudier, pour certaines configurations pour lesquelles les interactions peuvent être prépondérantes, l'impact des variations de densité du milieu fissile. 2006
- 3.3.6. Effectuer des calculs de criticité en considérant les formes hétérogènes des matières fissiles telles que transportées, pour des enrichissements en uranium inférieurs à 30 % et pour des vecteurs isotopiques de plutonium comportant du plutonium 240. En particulier, la modélisation de la "ruine totale ou partielle" de crayons ou aiguilles combustibles par un milieu homogène équivalent ne constitue pas systématiquement une hypothèse enveloppe en termes de criticité 2006
- 3.3.7. En cas de présence ou pénétration limitée d'eau, considérer une répartition éventuellement non homogène de l'eau (ce cas s'applique en particulier aux conteneurs d'UF6). 2006  
2004



- 3.3.8. Lorsque les éléments transportés sont susceptibles d'avoir été irradiés et que la démonstration relative à la sûreté-criticité s'appuie sur un calcul avec des éléments non-irradiés, justifier que les éléments non irradiés sont plus réactifs que les éléments irradiés (les hypothèses d'irradiation doivent être cohérentes avec le type de réacteur considéré : REP, REB, RNR, etc). 2008  
2006
- 3.3.9. La validité de l'hypothèse de l'enrichissement moyen des assemblages REB UOX devra être justifiée en cas d'utilisation dans la démonstration de la sous-criticité, notamment si la géométrie des assemblages peut être modifiée dans les conditions des épreuves réglementaires. 2008
- 3.4 Dégradation à considérer**
- 3.4.1. Justification de l'absence de dommages en CAT aux aménagements et calages internes, si nécessaire, par exemple les paniers pour assemblages combustibles et les boîtes à crayons, etc... 2001
- Les justifications sont souvent fondées sur une évaluation pseudostatique avec comme condition de chargement, les accélérations relevées en cours d'essai, puis filtrées. Cette méthode ne couvre pas seule le comportement dynamique réel du composant du colis soumis à l'impact réel.
- Pour certains matériaux constitutifs des aménagements internes et calages internes, tel que l'aluminium, le maintien en température durant de longues périodes peut entraîner une modification des caractéristiques mécaniques. Ces dernières sont donc à prendre en considération pour les conditions accidentelles de transport.
- 3.4.2. Prise en compte des conditions d'endommagement après les épreuves accidentelles, par exemple la dégradation des matériaux hydrogénés en condition de feu ou la déformation des logements. 2003
- 3.4.3. Risque d'impact direct du poinçon sur les matières fissiles en cas de perforation de l'emballage par le poinçon (pour certains colis en orientation oblique).
- 3.4.4. Tenue en condition d'incendie des crayons combustibles (risque d'éclatement à chaud sous pression), en tenant compte éventuellement de la géométrie des assemblages combustibles après les épreuves mécaniques (rapprochement des crayons les uns des autres ou des parois). 2004  
2000
- 3.4.5. Évaluation du risque de vidange différentielle en cas d'incident ou d'accident. 2003
- 3.4.6. Pour les cylindres de transport d'hexafluorure d'uranium, prise en compte de l'épaisseur minimale de paroi métallique admise par la norme ISO 7195 ou d'une valeur moins pénalisante si elle est garantie en utilisation. 2004



- 3.4.7. Prise en compte de l'allongement sous irradiation de la longueur active des crayons dans la valeur maximale considérée dans le cas de glissement différentiel des crayons au sein d'un assemblage combustible. 2008
- 3.4.8. Lorsqu'un matériau neutrophage (résine...) est pris en compte dans les calculs de criticité en CAT, justifier l'épaisseur brûlée et la composition chimique du matériau restant. 2008
- 3.5. Général**
- 3.5.1. Description du système d'isolement. 2003
- 3.5.2. Pour les études de sûreté-criticité des modèles de colis étrangers, tenir à disposition les schémas cotés des configurations de calcul et la composition chimique des matériaux. 2000
- 3.5.3. Dans le cas où le requérant remplace certains milieux diffusants ou milieux déshydrogénés par de l'air, il devra vérifier que cette hypothèse est appropriée, notamment en cas de réseau de colis. 2008
- 3.5.4. Pour les assemblages comportant des crayons factices constitués d'un matériau « transparent » aux neutrons, le requérant devra justifier l'absence d'impact sur la réactivité lorsqu'ils remplacent des crayons combustibles. 2008

#### **4. AUTRES RISQUES**

- 4.1. Dans tous les cas de présence d'eau ou de matières hydrocarbonées (celluloses, plastiques, solutions aqueuses ou organiques), justifier l'absence de risque d'accumulation et de production de gaz combustibles au-delà de la concentration limite d'inflammabilité.**
- 4.2. L'utilisation de codes de calculs afin de justifier l'absence de risque de radiolyse dans un colis est acceptable si ces codes sont qualifiés, à partir de mesures expérimentales, en tenant compte de la composition chimique précise du milieu considéré et des paramètres physiques tels que température, pression, gaz de remplissage, etc. Dans le cas contraire, une démarche progressive prudente doit être retenue en envisageant une vérification expérimentale à puissance réduite réalisée, par exemple, à l'occasion des premiers transports afin de recalibrer les codes utilisés.** 2000
- 4.3. Lorsque le phénomène de radiolyse se traduit par la nécessité de limiter la durée maximale de transport autorisée, celle-ci doit nécessairement intégrer des aléas d'une durée au moins égale à 7 jours pour des transports nationaux, 15 jours pour des transports intra-continentaux et 30 jours pour des transports inter-continentaux.** 2004



- 4.4. En cas de chargement de crayons et/ou étuis non étanches, prise en compte de l'eau contenue dans les crayons et/ou étuis, sauf justification appropriée. 2006
- 4.5. Prise en compte de l'impact sur les performances requises pour le type de colis considéré, de tous les risques subsidiaires : pyrophoricité, inflammabilité, explosivité, corrosion, oxydation, toutes transformations physiques ou chimiques. 2004

## 5. MÉCANIQUE

### 5.1. Exhaustivité de la qualification pour les épreuves mécaniques accidentelles.

5.1.1. Tenue des vis de fixation des couvercles en cas de chute sur un coin de capot du couvercle de cavité, à l'exclusion de tout comportement plastique (qui nécessiterait des justifications complémentaires complexes relatives à la mécanique de la rupture, au comportement des joints en cas de décollement des portées ou en cas d'insertion de poussières..).

5.1.2. Réalisation des chutes les plus sévères pour le confinement.

5.1.2.1. *Chutes pour maximiser l'accélération (à plat, fouettement, etc.) : à rigidité par unité de surface constante, plus la surface d'impact est élevée, plus l'impact est dur.*

5.1.2.2. *Chutes pour maximiser la déformation (en coin, sur arêtes, etc.) : au contraire, plus la surface d'impact est faible, plus l'écrasement sera important.*

5.1.2.3. *Chutes pour maximiser les dommages sur les orifices, notamment par un poinçon.*

5.1.2.4. *Chutes pour maximiser le risque de perforation par un poinçon : la surface impactante doit être oblique par rapport à celle de l'extrémité du poinçon ; l'impact initial a alors lieu sur un segment de l'arête circulaire du poinçon et les risques de perforation sont beaucoup plus élevés. Si le risque de perforation est apprécié par calcul plutôt que par essai, le modèle de calcul de perforation par poinçon utilisé doit être suffisamment fin pour modéliser le rayon de congé de 6 mm du poinçon et doit être qualifié pour les configurations étudiées.* 2006  
2004

5.1.2.5. *Chutes pour maximiser les dommages sur le contenu. La géométrie endommagée des gaines des crayons, des assemblages, des sources... doit être utilisée par la suite.*





- 5.1.2.6. *Tenue des joints métalliques en chute horizontale. Les systèmes de brides à joints métalliques d'étanchéité sont sensibles aux phénomènes vibratoires susceptibles de détériorer par abrasion la membrane d'étanchéité des joints métalliques (en métal mou comme l'aluminium, l'argent, le cuivre). C'est le cas lorsque la force d'inertie du couvercle est supérieure à la force de résistance par frottement engendrée par le serrage des vis de fixation du couvercle.*
- 5.1.2.7. *Tenue mécanique des tuyauteries à géométrie complexe en particulier pour les tuyauteries noyées dans le plomb en prenant en compte les zones de concentrations de contraintes (singularités géométriques, présence de vis,...).*
- 5.1.2.8. *Conservation de l'étanchéité des bouchons de vidange des cylindres de transport d'hexafluorure d'uranium de types 48 pouces et 30 pouces.* 2004
- 5.1.2.9. *Pour les colis concernés par une chute de plaque, étudier les configurations de plaque décalée par rapport au centre de gravité du colis (le centre de gravité de la plaque doit rester au-dessus du colis).* 2008
- 5.1.2.10. *Analyser l'influence des adjonctions au colis au moment du transport sur les performances de sûreté requises pour le colis, en particulier l'influence des châssis en conditions de chute réglementaires.* 2008
- 5.1.3. Représentativité des spécimens de chute, avec, dans le cas de maquettes à l'échelle, le respect de l'homothétie si nécessaire, sur :
- 5.1.3.1. *La visserie, avec des couples de serrage conformes aux lois de similitude. Le couple de serrage sera déterminé en tenant compte des incertitudes sur les couples de serrage appliqués sur les spécimens testés ainsi que sur les colis proprement dits, y compris celles associées aux variations du coefficient de frottement en fonction des états de surface et de la graisse éventuellement utilisée.* 2004
- 5.1.3.2. *Les joints élastomères, avec le respect de la nuance élastomère ou a minima du taux de compression.*
- 5.1.3.6. *Joints métalliques : joints de conception identique avec les mêmes matériaux et une homothétie sur la restitution élastique.*
- 5.1.3.3. *Les gorges de joint.*
- 5.1.3.4. *La géométrie de l'ensemble des composants de l'enveloppe de confinement.*
- 5.1.3.5. *Les soudures.*



- 5.1.3.7. *Le contenu (géométrie, propriétés mécaniques des matériaux (contrainte élastique, contrainte à la rupture, allongement à la rupture, résilience), visserie des adaptateurs, propriétés des plaques de tête ou de pieds des assemblages (dureté, fragmentation), propriétés des pastilles des assemblages... aux températures atteintes en conditions normales de transport)* 2006
- 5.1.3.8. *Les propriétés mécaniques réelles des matériaux de la maquette en conditions d'essai doivent être représentatives des propriétés mécaniques des composants du modèle de colis, en tenant compte des plages de températures réglementaires.  
Lorsque des écarts significatifs existent entre propriétés mécaniques réelles de la maquette et propriétés minimales garanties des composants du modèle de colis, une étude d'impact sur les performances de sûreté requises sera réalisée.* 2004  
2003  
2001
- 5.1.3.9. *Certains matériaux (résines et aluminium par exemple) sont susceptibles de voir leurs caractéristiques mécaniques évoluer sous l'effet du vieillissement, lié notamment aux cyclages thermiques. La prise en compte de l'évolution de ces caractéristiques en exploitation doit être intégrée dans la conception des spécimens d'essai.*
- 5.1.3.10. *Les jeux mécaniques susceptibles d'avoir un impact sur la sûreté, en particulier ceux dont la modification peut entraîner des variations sur les sollicitations des vis, notamment de capot, de couvercle ou de bouchon, ou sur les déplacements des surfaces au contact de joints métalliques.* 2004
- 5.1.4. Représentativité des hauteurs de chute en cas d'essai de chute sur maquette à échelle réduite 2008
- 5.1.4.1. *Augmenter les hauteurs de chute pour simuler l'énergie totale reçue par le colis correspondant au cumul de la hauteur de chute libre et de la profondeur d'écrasement ou vérifier que l'augmentation des hauteurs de chute n'aurait pas d'impact sur la tenue mécanique du colis.* 2008
- 5.1.5. Enregistrement des accélérations 2008
- 5.1.5.1. *Les accéléromètres ne doivent pas être placés sur des pièces susceptibles de se déformer.* 2008
- 5.1.5.2. *Vérifier que l'aire sous l'accélérogramme restitue la vitesse d'impact (13 m/s dans le cas d'une chute de 9 m).* 2008
- 5.2. Variation de l'efficacité des amortisseurs (bois, polymères, plâtres, ciment, etc.) dans la plage de températures considérée (tmin = -40°C, tmax en CNT) et dans la plage d'hygrométrie envisageable compte tenu des spécifications de fabrication, d'entretien et de maintenance du colis.** 2004



- 5.3. Absence de risque de rupture fragile à -40°C des matériaux des composants de l'enveloppe de confinement (aciers au carbone, fonte) en tenant compte des zones de concentration de contraintes (singularités géométriques, présence de vis,...). 2003
- 5.4. Qualification des sources sous forme spéciale en tenant compte de la température et de la pression interne de la source en conditions normales de transport dans le colis. 2006
- 5.5. Justification de la tenue à la pression maximale en CAT (compte tenu du feu, de la radiolyse, des transformations physiques, des réactions chimiques,...). 2003
- 5.6. Justification de la tenue à l'immersion sous 200 m d'eau pour les colis contenant du combustible irradié (activité supérieure à 37 PBq), selon l'AIEA 1985, ou pour les colis contenant une activité supérieure à  $10^5$  A2, selon l'AIEA 1996. 2001
- 5.7. Justification de la tenue des organes d'arrimage et de manutention en prenant en compte la manutention et le transport. Prise en compte de la fatigue et, pour les transports maritimes, de conditions de mer de degré 10/11 sur l'échelle de Beaufort. 2003
- 5.8. Prendre en compte les contraintes dues aux dilatations en CNT et CAT
- 5.9. Arrimage et manutention
- 5.9.1. Dans les calculs de tenue aux sollicitations de manutention et d'arrimage des tourillons des colis tenus en position horizontale par 4 tourillons, les efforts verticaux doivent être repris par seulement 2 tourillons du fait de l'hyperstaticité de la configuration. Ceci est également applicable pour le calcul en fatigue. 2008
- 5.9.3. Pour le calcul des points de manutention et d'arrimage, le cumul des accélérations dans les 3 directions doit être considéré. Le critère doit être une fraction de la limite élastique du matériau. 2008

## 6. THERMIQUE

- 6.1. Prise en compte de l'ensoleillement, sur une période de 12 heures, sauf justification appropriée. Ne pas moyenner sur 24 heures. 2003



- 6.2. Prise en compte de la présence de systèmes de protection susceptibles d'entraver la dissipation thermique en CNT : bâches, canopies, barrières thermiques, écrans de radioprotection complémentaires, suremballages (conteneurs, caissons, ...), cale dans un navire, ....
- 6.3. Justification des hypothèses simplificatrices utilisées pour les calculs en conditions normales de transport et accidentelles de transport. (exemple : absence de tourillons). 2000
- 6.4. L'emballage en CAT doit être analysé dans la position la plus pénalisante (horizontale ou verticale). 2003
- 6.5. Depuis l'AIEA 96 (revu en 2000), l'ensoleillement est à prendre en compte avant et après l'épreuve de feu. Selon l'AIEA 85, l'ensoleillement peut être négligé avant et pendant l'épreuve thermique mais doit être pris en compte pour l'évaluation ultérieure de la réponse du colis. 2003
- 6.6. Pendant l'épreuve de feu, l'émissivité de la surface externe du colis ne doit être inférieure ni à 0,8 ni à la valeur maximale possible en conditions de routine. La valeur de 0,8 tient compte de la présence de dépôts de suie sur les surfaces du colis. 2006  
2004  
2003  
Lorsque la démonstration de la tenue en conditions accidentelles s'appuie sur la réalisation d'un essai de feu, les conditions de réalisation de l'essai doivent permettre de garantir un flux thermique moyen conforme à la réglementation ; la séquence d'essais de chute antérieure doit avoir provoqué le dommage maximal au capot.
- 6.7. L'évaluation des températures minimales/maximales des différents composants de l'emballage doit tenir compte de toutes les positions possibles pour le contenu radioactif et les aménagements internes (positions axiale et radiale). 2004  
2003
- 6.8. Le profil de taux de combustion des combustibles irradiés et donc de puissance doit être pris en compte dans les études thermiques. 2003
- 6.9. Concernant les colis transportés avec de l'eau dans la cavité, la pression maximale doit être évaluée à partir de la température de la cavité maximale obtenue dans la configuration la plus pénalisante. 2004
- 6.10. Lorsque des justifications s'appuient sur des essais effectués sous barrière thermique (bâche, canopies... ), il est nécessaire que les données tirées de l'essai aient été obtenues à l'équilibre thermique. 2004
- 6.11. Lorsque l'épreuve thermique est réalisée en four, la concentration de l'oxygène présent dans l'ambiance du four doit être contrôlée et conforme à celle obtenue dans un feu d'hydrocarbure en plein air. 2006  
2004



- 6.12. L'utilisation, dans les démonstrations thermiques, d'une modélisation numérique doit s'accompagner d'une marge de sûreté. Cette marge peut être réduite lorsque les calculs issus de la modélisation sont recalés sur un essai. 2006
- 6.13. Analyser l'influence du châssis de transport en conditions de feu sur les performances de sûreté requises pour le colis. 2006
- 6.14. En cas de dommages sur des capots en bois, la poursuite de la combustion du bois des capots après l'arrêt du feu devra être prise en compte pour déterminer la température maximale des composants sensibles du colis. 2004  
2003
- 6.15. Prendre en compte systématiquement la convection forcée en cas d'incendie. 2008

## 7. UTILISATION - MAINTENANCE

- 7.1. Description détaillée des opérations de maintenance. 2003
- 7.2. Justifier dans le dossier de sûreté la périodicité de remplacement des vis de fixation de couvercle, de bouchon et de capot et des joints de confinement ainsi que la périodicité des contrôles des organes d'arrimage et de manutention, et d'étanchéité de l'enveloppe de confinement, en particulier de ses soudures. 2004
- 7.2.1. Les joints de confinement métalliques munis d'un feillard en métal mou (argent, aluminium,..) doivent être remplacés après chaque ouverture de l'orifice dont ils assurent l'étanchéité. 2006
- 7.2.2. La définition de la périodicité de remplacement des joints élastomères doit tenir compte en particulier de leur compression rémanente. 2006
- 7.3. Prévoir un contrôle global en maintenance de l'étanchéité des enveloppes de confinement. 2008
- 7.3. Justifier la périodicité de contrôle des autres éléments importants pour la sûreté (état du bois, de la mousse, de la résine...) 2006
- 7.4. Pour les colis dont le transport s'effectue à sec après une opération de séchage par tirage au vide dans la cavité, la pression dans la cavité lors du séchage ne doit pas être inférieure à 6 mbar afin d'éviter tout risque de gel, sauf justification appropriée. 2006  
2001
- 7.5. Faire figurer dans le projet de certificat que, avant tout transport de gammagraphe, la clef de verrouillage de la source en position sûre doit être retirée de l'appareil. 2008



- 7.6. **Lorsqu'il n'est pas possible d'exclure la présence de corps étrangers dans le colis à la suite d'une exploitation normale, tenir compte de leur présence dans le colis.** 2008

## 8. ASSURANCE QUALITE

- 8.1. **Description des principes d'assurance qualité qui ont été et seront appliqués dans toutes les activités concernées par le transport de matières radioactives et/ou fissiles dans le colis étudié (conception, qualification, études de sûreté, fabrication, mise en service, chargements, transports, ruptures de charge, déchargements, maintenances, démantèlement).**
- 8.1.1. Définir les actions de vérification de la conformité entre le dossier de sûreté (définition du modèle de colis et démonstrations de sûreté) et les documents d'application concernés (spécifications et gammes de fabrication, « dossiers constructeur », résultats des essais et calculs, notice d'utilisation, programme de maintenance, procédures et gammes opératoires des utilisateurs, ...), y compris pour les documents émis par des sociétés distinctes de celle du concepteur 2008
- 8.1.2. Définir dans ce cadre les responsabilités pour ce qui concerne les vérifications à effectuer, notamment celle de la conformité des documents émis par des sociétés distinctes de celle du concepteur 2008
- 8.2. **Définition de l'ensemble des éléments importants pour la sûreté avec, pour chacun, les fonctions de sûreté associées et les paramètres à garantir en vue du maintien de ces fonctions.** 2003
- 8.3. **Classement des pièces selon leur importance pour la sûreté et précision sur le niveau de contrôle associé en fabrication.** 2003
- 8.4. **Eléments de validation des codes de calcul.** 2004
- 8.5. **Garantir la conformité de tous les éléments du colis, y compris les carquois, bouteilles, cales... à un plan de concept. Garantir la conformité des adjonctions au colis pouvant en modifier les performances (bâche, canopy, caisson...) à un plan de concept.** 2006



## ANNEXE 2

### Guide européen PDSR

Dossiers de sûreté des modèles de colis destinés aux transports de matières radioactives

(juin 2008)

En cas de contradiction entre les exigences stipulées dans la présente annexe et celles figurant dans le règlement TS-R-1 de l'AIEA<sup>[1]</sup>, le règlement TS-R-1 de l'AIEA prévaut.



## AVANT-PROPOS

Le présent guide technique a été élaboré par les autorités compétentes chargées du transport de matières radioactives en Belgique, France, Allemagne, Espagne et au Royaume-Uni et leurs appuis techniques ainsi que par le World Nuclear Transport Institute (WNTI) et AREVA au titre de représentants de l'industrie. Il a été distribué aux États membres de l'UE comme avant-projet par le Groupe de travail permanent sur la sûreté du transport des matières radioactives (*Standing Working Group on Safe Transport of Radioactive Material*) de la Commission européenne.

Le Bureau fédéral de protection radiologique Allemand (Federal Office for Radiation Protection, Willy-Brandt-Strasse 5, 38226 Salzgitter, Allemagne) est chargé de superviser les mises à jour du présent document, dans sa version originale en langue anglaise.

Il est prévu que le présent guide technique soit utilisé au sein des États membres européens et que l'ensemble des autorités compétentes de l'Europe chargées du transport de matières radioactives autorise la publication du présent guide technique et le considère comme une référence pour satisfaire les exigences relatives au *modèle de colis*, conformément aux réglementations en vigueur applicables aux marchandises dangereuses.





## TABLE DES MATIÈRES

0	INTRODUCTION ET GÉNÉRALITÉS	
0.1	<i>Introduction</i> .....	
0.2	<i>Objectif et portée</i> .....	
0.3	<i>Définitions</i> .....	
0.4	<i>Structure du présent document</i> .....	
0.5	<i>Système d'unités</i> .....	
0.6	<i>Contrôle de document</i> .....	
1	DOSSIER DE SÛRETÉ DU MODELE DE COLIS : PARTIE 1	38
1.1	<i>Liste de contenus du PDSR</i> .....	
1.2	<i>Informations administratives</i> .....	
1.3	<i>Spécification relative aux contenus radioactifs</i> .....	
1.4	<i>Spécification relative à l'emballage</i> .....	
1.5	<i>Caractéristiques de performance du colis</i> .....	
1.6	<i>Conformité avec les exigences réglementaires</i> .....	
1.7	<i>Exploitation</i> .....	
1.8	<i>Maintenance</i> .....	
1.9	<i>Systèmes de management (de la qualité)</i> .....	
1.10	<i>Illustration du colis</i> .....	
2	DOSSIER DE SÛRETÉ DU MODELE DE COLIS : PARTIE 2	42
2.1	<i>Dispositions communes à toutes les analyses techniques de la partie 2 du PDSR</i> .....	
2.1.1	Référence au modèle de colis .....	
2.1.2	Critères d'acceptation et hypothèses de conception .....	
2.1.3	Description et justification des méthodes d'analyse .....	
2.1.4	Analyse du modèle de colis.....	
2.1.5	Comparaison entre les critères d'acceptation et les résultats d'analyse .....	
2.2	<i>Analyses techniques</i> .....	
2.2.1	Analyse structurelle .....	
2.2.2	Analyse thermique.....	
2.2.3	Analyse de conception de confinement.....	
2.2.4	Analyse des débits de dose externes .....	
2.2.5	Analyse de sûreté-criticité .....	
3	RÉFÉRENCES	46
<b>Figure 1</b>	Structure du dossier de sûreté du modèle de colis .....	6
<b>Tableau 1</b>	Matrice des exigences réglementaires de l'AIEA et de l'ADR et type de colis.....	15
<b>Annexe 1</b>	Colis excepté	
<b>Annexe 2</b>	Colis industriel (type IP-1, type IP-2 et type IP-3)	
<b>Annexe 3</b>	Colis de type A	
<b>Annexe 4</b>	Colis de type B(U), de type B(M) et de type C	
<b>Annexe 5</b>	Exigences supplémentaires relatives aux colis contenant des matières fissiles	
<b>Annexe 6</b>	Exigences supplémentaires relatives aux colis contenant plus de 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium	



## 0 INTRODUCTION ET GÉNÉRALITÉS

### 0.1 Introduction

Pour chaque *modèle de colis* destiné au transport de matières radioactives, il est nécessaire de démontrer la conformité avec les règlements nationaux ou internationaux, selon le cas.

Pour les *modèles de colis* nécessitant l'agrément d'une autorité compétente, les documents justifiant la conformité réglementaire constituent la base de la demande d'agrément du *modèle de colis*. Ils sont généralement connus sous le nom de « Dossier de sûreté du modèle de colis » (ou Package Design safety report - PDSR).

Pour les colis ne nécessitant pas l'agrément d'une autorité compétente, l'expéditeur doit pouvoir apporter les preuves de la conformité du *modèle de colis* avec toutes les exigences applicables. Pour ces *modèles de colis*, il est proposé d'adopter la même approche que celle employée pour les colis requérant l'agrément d'une autorité compétente, la portée et le contenu technique étant définis aux niveaux appropriés pour démontrer la conformité avec les exigences réglementaires.

Dans ce qui suit, chaque document justifiant la conformité d'un *modèle de colis* avec toutes les exigences applicables sera qualifié de PDSR, indépendamment du type de colis.

### 0.2 Objectif et périmètre

L'objectif du présent document est de faciliter la préparation du PDSR pour démontrer la conformité d'un *modèle de colis* destiné au transport de matières radioactives avec les exigences réglementaires. Il présente les *modèles de colis* nécessitant l'agrément d'une autorité compétente (type B(U), type B(M), type C, modèles de colis chargés de matières fissiles non exceptées des exigences réglementaires qui s'appliquent aux matières fissiles et modèles de colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium). Le présent document concerne également les modèles de colis ne nécessitant pas l'agrément d'une autorité compétente (colis excepté, colis industriel (type IP-1, type IP-2, type IP-3), colis de type A).

Le présent document repose sur le règlement TS-R-1 de l'AIEA [1], sur lequel s'appuient les réglementations relatives au transport routier, ferroviaire, maritime, fluvial et aérien, à savoir ADR [2], RID [3], code IMDG [4], ADN [5] et IT de l'OACI [6] respectivement.

Le présent document ne se substitue pas à ces réglementations et ne limite pas non plus leur champ d'application, mais propose, pour chaque type de colis, une structure et un contenu minimum du PDSR pour permettre au requérant, dans le cas d'un *modèle de colis* soumis à l'agrément d'une autorité compétente, ou au concepteur et/ou utilisateur du colis, dans le cas d'un *modèle de colis* ne nécessitant pas l'agrément d'une autorité compétente, de démontrer la conformité avec les dispositions du règlement TS-R-1 et les réglementations modales qui s'appliquent au type de colis concerné.

En cas de contradiction entre le présent document et les réglementations, les exigences réglementaires s'appliquent.



Le présent document ne dispense pas le *concepteur* de toute analyse supplémentaire qui serait nécessaire et qui serait associée au *modèle de colis* spécifique concerné.

### 0.3 Définitions

Les définitions figurant dans le règlement TS-R-1 de l'AIEA <sup>[1]</sup> s'appliquent à l'ensemble du présent document. Les définitions suivantes s'appliquent également :

#### ***Concepteur de colis***

Personne ou organisme qui est chargé de la *conception* du *colis* ; il faudrait que chaque *modèle de colis* n'ait qu'un *concepteur de colis*.

#### ***Document contrôlé***

Document qui est approuvé et conservé. Il devrait être signé et daté, et comporte une référence ainsi qu'une indication de l'état de révision. Le nombre de pages et d'annexes est mentionné. Les modifications apportées entre les révisions devraient être clairement indiquées.

#### ***Plan de concept***

Plan de concept contrôlé qui présente pour les composants de l'emballage, les paramètres géométriques ou autres qui ont un impact sur l'évaluation de la sûreté du *modèle de colis*. Toutes les définitions (y compris celles figurant dans le règlement TS-R-1) sont identifiées en *italique* dans le présent document.

### 0.4 Structure du présent document

Les chapitres 1 et 2 du présent document proposent une structure générique et les contenus d'un PDSR, à savoir les parties 1 et 2, s'appliquant à tous les types de *colis*. Cette structure est également présentée sur la figure 1. Les contenus sont décrits de manière détaillée de sorte à couvrir tous les aspects importants. Certains de ces aspects peuvent ne pas s'appliquer à un type de *colis* spécifique. Des informations détaillées sont disponibles en annexe.

Le chapitre 0 contient des exigences à prendre en compte pour les documents cités dans les chapitres 1 et 2.

Une matrice de correspondances des numéros de paragraphe issus des règlements TS-R-1<sup>[1]</sup> et ADR<sup>[2]</sup> (à titre d'exemple des règlements modaux) applicables à chaque type de *colis* est présenté dans le tableau 1.

Des recommandations supplémentaires sont fournies en annexe. Celles-ci concernent le périmètre du PDSR, décliné pour chaque type de *colis*.

### 0.5 Système d'unités



Le système d'unités S.I. devrait être utilisé dans l'ensemble du Dossier de sûreté du *modèle de colis*.

## 0.6 Contrôle de document

Le Dossier de sûreté du modèle de colis devrait être un *document contrôlé*. Il devrait inclure un historique de sa compilation et de sa révision ainsi que l'*approbation* du *concepteur du colis*.

Chaque document de la partie 1 du PDSR devrait être un *document contrôlé*. L'auteur/propriétaire du document ainsi que le *concepteur du colis* devraient approuver sa publication.

Chaque document de la partie 2 du PDSR devrait être un *document contrôlé*. Sa diffusion devrait être approuvée par le spécialiste compétent responsable du domaine technique analysé.



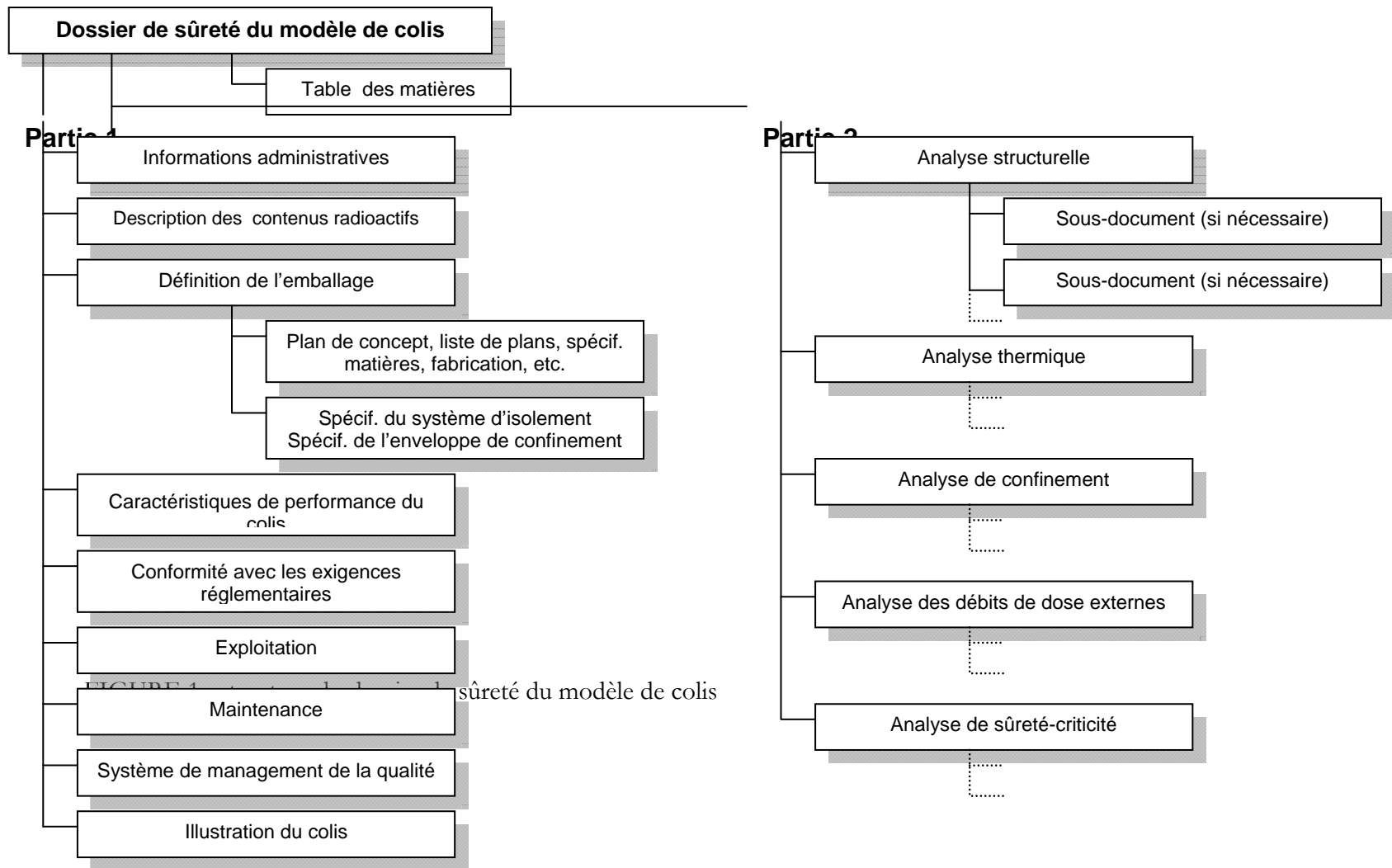


FIGURE 1. Structure d'un dossier de sûreté du modèle de colis



## PDSR : partie 1

### 1 DOSSIER DE SÛRETÉ DU MODÈLE DE COLIS : PARTIE 1

La partie 1 du PDSR devrait comporter les informations suivantes.

#### 1.1 Liste des chapitres du PDSR

Les chapitres du PDSR, partie 1 et partie 2, devraient être énumérés en indiquant l'état de révision de chaque document inclus ou de chaque document référencé dans le PDSR.

#### 1.2 Informations administratives

- (a) Nom usuel du *colis*, le cas échéant
- (b) Identification du *concepteur de colis* (nom et coordonnées)
- (c) Type de *colis*
- (d) Identification du *modèle de colis / d'emballage* et restrictions en termes de numéro(s) de série des emballages (le cas échéant)
- (e) Modes de transport pour lesquels le *colis* est *conçu* (y compris les restrictions)
- (f) Référence aux règlements en vigueur, y compris l'édition du règlement de l'AIEA relatif à la sûreté du transport de matières radioactives à laquelle se réfère le *modèle de colis*.

#### 1.3 Spécification des *contenus radioactifs*

Les descriptions détaillées des *contenus radioactifs* prévus pour le *modèle de colis* devraient contenir, a minima, les informations suivantes, selon le cas (voir annexes) :

- (a) Radionucléide/composition isotopique ; produits de filiation le cas échéant
- (b) Limitations en termes d'activité, de masse et de concentrations, d'hétérogénéités le cas échéant
- (c) État physico-chimique, forme géométrique, agencement, paramètres d'irradiation, teneur en humidité, spécifications des matériaux
- (d) *Matière radioactive sous forme spéciale* ou *matière radioactive faiblement dispersable*, le cas échéant
- (e) Nature et caractéristiques du rayonnement émis
- (f) Limitations en termes de puissance thermique des contenus
- (g) Masse de matière fissile et de radionucléides
- (h) Autres propriétés dangereuses
- (i) Contenus non autorisés

Les limites concernant les *matières non radioactives* (par exemple, les modérateurs) devraient être indiquées, par exemple par la composition de la matière, sa masse volumique, sa forme, son emplacement dans le *colis*, les restrictions sur les quantités relatives de matières.



## PDSR : partie 1

Les valeurs  $A_1/A_2$  d'un radionucléide à transporter ne figurant pas dans le règlement TS-R-1 de l'AIEA <sup>[1]</sup> doivent être déterminées selon les paragraphes 402 à 406 de l'AIEA et intégrées dans le PDSR. Elles peuvent être soumises à une approbation multilatérale (voir [1], paragraphe 402).

### 1.4 Spécification de l'emballage

La définition du *modèle d'emballage* devrait intégrer les informations suivantes, selon le cas (voir annexes) :

- (a) La liste de tous les composants de l'emballage et les *plans de concept* complets
- (b) La liste de tous les articles standard tels que les boulons, les joints, etc.
- (c) La liste des spécifications des matériaux de tous les composants de l'emballage et des articles standard, ainsi que leurs procédés de fabrication, y compris les exigences en termes d'approvisionnement en matériaux, de soudage, d'autres procédés spéciaux, d'examen non destructif et d'essai.

Une description :

- (d) Du corps de l'emballage, du couvercle (mécanisme de fermeture) et des aménagements internes
- (e) Des composants du *modèle de colis* constituant l'enveloppe de confinement
- (f) Des composants de l'emballage nécessaires pour assurer la protection contre les rayonnements
- (g) Des composants du *modèle de colis* constituant le *système d'isolement*
- (h) Des composants du *modèle de colis* nécessaires pour assurer la protection thermique
- (i) Des composants du *modèle de colis* nécessaires pour assurer la dissipation thermique
- (j) De la protection contre la corrosion
- (k) De la protection contre la contamination
- (l) Des composants de protection contre les chocs
- (m) Du concept du système de transport, intégrant tous les dispositifs nécessaires au transport et à la sûreté de la manutention, de l'arrimage, des ruptures de charge et de l'arrimage dans ou sur le moyen de transport, qui a un impact sur la sûreté du colis.

### 1.5 Options de sûreté et caractéristiques de performance du *modèle de colis*

Cette section décrit les principes de *conception* et les caractéristiques de performance du *modèle de colis* permettant de satisfaire les différentes exigences réglementaires en termes de sûreté (c'est à dire le confinement, la dissipation de la chaleur, les débits de dose et la sûreté-criticité). Elle devrait également décrire comment les hypothèses et les données utilisées pour l'analyse de



## PDSR : partie 1

sûreté, notamment en ce qui concerne le relâchement de *matières radioactives*, les débits de dose et la sûreté-criticité (le cas échéant), sont déduites de la *conception* et du comportement du *colis* en conditions de transport de routine, normales et accidentelles, en prenant également en compte le nombre de cycles de transport prévus pour un emballage.

Ces éléments devraient permettre de garantir que la *conception* et les diverses parties de la démonstration de sûreté sont en adéquation et que toute décision ultérieure prise quant aux modifications apportées au *modèle de colis* dues à la fabrication ou à la réparation, ou en vue d'en améliorer le fonctionnement, etc. tient compte de l'influence possible sur les critères de performance du *colis* et la conformité réglementaire.

### 1.6 Conformité avec les exigences réglementaires

Le dossier de sûreté du *modèle de colis* (PDSR) devrait comporter la liste complète de tous les paragraphes des règlements internationaux <sup>[1 - 6]</sup> et de toute autre réglementation nationale s'appliquant au *modèle de colis* concerné. La démonstration de conformité avec ces paragraphes devrait s'effectuer en référence à la section du PDSR où la conformité est démontrée ou à une autre justification. Le tableau 1 comporte un renvoi aux paragraphes des réglementations de l'AIEA et de l'ADR pour chaque type de *colis*.

### 1.7 Exploitation

Les exigences minimales relatives aux activités suivantes devraient être totalement définies pour *l'emballage* / le *colis*, selon le cas (voir annexes) :

- (a) Exigences en termes d'essais et de contrôles avant la première utilisation
- (b) Exigences en termes d'essais et de contrôles avant chaque transport
- (c) Exigences en termes de manutention et d'arrimage
- (d) Chargement et déchargement des contenus du *colis*
- (e) Assemblage des composants de l'emballage
- (f) Tout équipement complémentaire proposé et tout contrôle à réaliser pendant le transport qui est nécessaire pour garantir la conformité du *colis* avec les exigences réglementaires applicables au transport, par exemple pour la dissipation thermique, les barrières thermiques, les limites de durée, les limites de température (y compris les conditions d'*utilisation exclusive* et les conditions particulières d'arrimage).

### 1.8 Maintenance

Les exigences minimales relatives aux activités suivantes devraient être totalement définies pour *l'emballage* / le *colis*, selon le cas (voir annexes) :

- (a) Exigences en termes de maintenance et d'inspection avant chaque expédition





## PDSR : partie 1

- (b) Exigences en termes de maintenance et d'inspection périodique pendant toute la durée d'utilisation de *l'emballage / du colis*

### 1.9 Systèmes de management

Spécification du système de management <sup>[10]</sup> comprenant le programme d'assurance qualité selon le règlement TS-R-1 de l'AIEA <sup>[1]</sup> pour garantir la conformité avec les dispositions pertinentes concernant ce qui suit (y compris le contrôle des modifications) :

- (a) *Conception*, PDSR, documentation, enregistrements
- (b) Fabrication et essai

Ainsi que les exigences concernant ce qui suit :

- (c) Exploitation (chargement, transport, déchargement, entreposage en transit)
- (d) Maintenance et réparation
- (e) Conformité de toute activité avec le PDSR

### 1.10 Illustration du *colis*

Une illustration reproductible, dont les dimensions ne sont pas supérieures à 16 cm x 22 cm, présente la composition du *colis*, y compris les dispositifs de protection contre les chocs, les dispositifs de protection thermique et les aménagements internes de l'emballage, le cas échéant.

L'illustration devrait au moins contenir les dimensions externes globales, les masses des principaux composants de *l'emballage* et les masses brutes à « vide » et en charge.



## PDSR : partie 2

### 2 DOSSIER DE SÛRETÉ DU MODELE DE COLIS : PARTIE 2

La partie 2 du PDSR devrait présenter les analyses techniques détaillées permettant d'appuyer la démonstration de conformité avec les règlements cités dans la partie 1 du PDSR, auxquels fait référence la section 1.6. Dans la section 2.1, les dispositions communes à toutes les analyses techniques sont exposées.

La section 2.2 donne la liste des analyses techniques qui peuvent être nécessaires, accompagnées de leurs principaux contenus. Des recommandations supplémentaires sur le contenu des analyses techniques requises pour chaque type de *colis* sont fournies en annexe.

#### 2.1 Dispositions communes à toutes les analyses techniques de la partie 2 du PDSR

Les informations de la section 2.1 devraient figurer dans chaque analyse technique de la section 2.2.

#### Référence au *modèle de colis*

Dans chaque analyse technique de la section 2.2, le *modèle de colis* évalué devrait être référencé avec précision en mentionnant un plan de concept ou une liste de plans de *l'emballage* (avec indication de l'état de révision) et le document définissant les contenus radioactifs (avec indication de l'état de révision), selon le cas.

#### Critères d'acceptation et hypothèses de *conception*

Les critères d'acceptation de l'analyse technique ainsi que les hypothèses de *conception* du *modèle de colis* en termes de géométrie ou caractéristiques de performance devraient être définis et justifiés si nécessaire.

#### Description et justification des méthodes d'analyse

La démonstration de sûreté d'un *modèle de colis* peut être effectuée par une combinaison des éléments suivants selon le cas (voir annexes) :

- (a) Des résultats expérimentaux obtenus avec des prototypes ou modèles à une échelle appropriée.
- (b) Des références à des essais physiques antérieurs satisfaisants d'une nature suffisamment semblable. Dans ce cas, la similitude entre le *modèle de colis* antérieurement testé et le *modèle de colis* concerné doit être démontrée.
- (c) Par calcul, lorsqu'il est admis que les procédures de calcul sont généralement considérées comme étant appropriées et conservatives. Les hypothèses retenues peuvent nécessiter une justification expérimentale.

Les méthodes/standards utilisés dans chaque analyse répertoriée aux sections 0 à 0 devraient comporter une description de la technique d'analyse utilisée, ses limites et sa précision, ainsi qu'une justification de la manière dont elle a été utilisée pour l'analyse du *modèle de colis*.

Si des codes de calcul sont utilisés pour l'analyse de sûreté, des informations supplémentaires seront nécessaires pour vérifier/valider les codes en termes de plateforme d'exploitation (ordinateur) utilisée. La justification de l'applicabilité de ces codes comprend la formulation des sources possibles d'erreurs, en particulier pour les conditions pour lesquelles une vérification suffisante n'a pas encore été fournie, et l'évaluation des effets des hypothèses et des simplifications de modélisation de même que tout autre paramètre ayant une influence sur les résultats calculés.



## PDSR : partie 2

### **Analyse du *modèle de colis***

Les caractéristiques de performance du *modèle de colis* devraient être évaluées, selon le cas (voir annexes), en effectuant une analyse de sensibilité appropriée et identifiée tout en indiquant les niveaux de précision.

On peut concevoir que plusieurs scénarios d'accident devront être considérés pour garantir la conformité des diverses fonctions de sûreté que doivent remplir différents composants du *modèle de colis*, avec les exigences réglementaires.

D'autres risques susceptibles d'avoir des conséquences sur les fonctions de sûreté doivent être analysés. Cela peut concerner la corrosion, la combustion, la pyrophoricité ou d'autres réactions chimiques, la radiolyse, les changements de phase, etc.

### **Comparaison entre les critères d'acceptation et les résultats d'analyse**

Les résultats des analyses détaillées dans la section 0 devraient être comparés aux critères d'acceptation et aux hypothèses de *conception* (section 0). La conformité réglementaire devrait être justifiée en conséquence.



## PDSR : partie 2

### 2.2 Analyses techniques

#### Analyse structurelle

Évaluation du comportement mécanique (comprenant la fatigue, la rupture fragile, le fluage, etc., le cas échéant) en conditions de transport de routine, normales et accidentelles, selon le type de *colis* :

- (a) Des composants de *l'enveloppe de confinement* du *colis*
- (b) Des composants du *colis* qui assurent une protection contre les rayonnements
- (c) Des composants du *colis* qui constituent le *système d'isolement*
- (d) Des composants du *colis* dont le comportement aura une conséquence sur (a), (b) et (c)
- (e) Des organes de l'emballage utilisés pour manutentionner *l'emballage* / le *colis* (conditions de routine et conditions normales uniquement)
- (f) Des organes de l'emballage utilisés pour arrimer le *colis* / *l'emballage* à son moyen de transport pendant le transport (conditions de routine et conditions normales uniquement)

#### Analyse thermique

Évaluation du comportement thermique en conditions de transport de routine, normales et accidentelles comportant une évaluation des contraintes thermiques, des températures de surface et du comportement thermique, selon le type de *colis* :

- (a) Des composants de *l'enveloppe de confinement*
- (b) Des composants de protection contre les rayonnements
- (c) Des composants du *système d'isolement*
- (d) Des composants du *colis* dont le comportement aura une conséquence sur (a), (b) et (c)

#### Analyse de confinement

Évaluation des exigences en termes de prévention de perte ou de dispersion ou en termes de limitation du relâchement de *matières radioactives* en conditions de transport de routine, normales et accidentelles, selon le cas.

#### Analyse des débits de dose externes

Évaluation des débits de dose et du rapport d'augmentation des débits de dose en conditions de routine, normales et accidentelles, selon le cas. L'analyse devrait supposer un



## PDSR : partie 2

contenu radioactif maximal ou un contenu qui entraînerait des débits de dose maximums à la surface du *colis* et aux distances définies dans les réglementations.

### Analyse de sûreté-criticité

Pour les *colis destinés* au transport de *matières fissiles* non exceptées des exigences relatives aux *colis* contenant des *matières fissiles*, évaluation de la sûreté-criticité, en conditions de transport de routine, normales et accidentelles, du *colis* isolé et des réseaux de *colis*.



## Références

### 3 RÉFÉRENCES

- [1] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Règlement de transport des *matières radioactives*, édition 2005, Prescriptions n°TS-R-1, IAEA, Vienne
- [2] COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE, Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR), Nations unies, New York et Genève, 2007.
- [3] ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE POUR LES TRANSPORTS INTERNATIONAUX FERROVIAIRES (OTIF), Convention relative au transport international ferroviaire (COTIF), annexe B. Règles uniformes relatives au contrat de transport international ferroviaire de marchandises (CIM), annexe 1. Règlement relatif au transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID). Édition 2007.
- [4] ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE, Code maritime international des marchandises dangereuses (IMDG), édition 2006, Londres 2004.
- [5] COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE, Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN), Nations unies, New York et Genève, 2007.
- [6] ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE, Instructions techniques relatives à la sûreté du transport aérien des marchandises dangereuses, Organisation de l'aviation civile internationale, éditions 2007-2008.
- [7] NATIONS UNIES, Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses, 14<sup>e</sup> édition révisée (ST/SG/AC.10/1/Rév.9), N.U., New York et Genève (2005).
- [8] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Recommandations associées au règlement de transport des *matières radioactives*, guide de sûreté n° TS-G-1.1 (Revision 1), IAEA, Vienne (2008).
- [9] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Assurance de la conformité pour le transport sûr des matières radioactives,, normes de sûreté de l'AIEA, n°TS-G-1.4, AIEA, Vienne (2008).
- [10] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Systèmes de management de la qualité pour le transport sûr des *matières radioactives*, normes de sûreté de l'AIEA, n°TS-G-1.5, AIEA, Vienne (2008).
- [11] ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE (OECD), ORGANISATION PANAMÉRICAINE DE LA SANTÉ, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, Normes fondamentales internationales de sûreté pour la protection contre les rayonnements et pour la sûreté des sources de rayonnement, collection sécurité n°115, IAEA, Vienne (1996).



Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

	§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de <i>colis</i>							Dispositions supplémentaires		Remarques
			Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
DÉFINITIONS	222	2.2.7.2								x		<i>Matière fissile</i>
	225	2.2.7.2						x				LDM
	226	2.2.7.3.1 et 2		x	x	x						LSA
	239	2.2.7.4.1	x				x	x	x			Matière sous forme spéciale
	241	2.2.7.5		x	x	x						SCO
AQ	306	1.7.3	x	x	x	x	x	x	x			Assurance qualité
LIMITES D'ACTIVITÉ ET RESTRICTIONS DES MATIÈRES	408-410	2.2.7.7.1.2.1 et 2 (S)	x									§410 : transport par voie postale
	411-412	2.2.7.7.1.3 (S)			x	x						Limites d'activité SCO et LSA, §412 : transport par avion
	413-414	2.2.7.7.1.4.1 et 2					x					Limite d'activité pour <i>colis</i> de type A

\* Dans cette colonne, le symbole « - » signifie « complètement manquant par rapport à TS-R-1 », « S » signifie « sous-disposition omise par rapport à TS-R-1 », « M » signifie « modifié par rapport à TS-R-1 »



Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

	§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de <i>colis</i>							Dispositions supplémentaires		Remarques
			Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
	415	2.2.7.7.1.5.1							x			Limite d'activité pour <i>colis</i> de type B(U) et B(M)
	416	-							x			Limites d'activité pour <i>colis</i> de type B(U) et B(M) par avion
	417	2.2.7.7.1.6+Note								x		Limite d'activité pour <i>colis</i> de type C
	418	2.2.7.7.1.7								x		Restrictions relatives à la <i>matière fissile</i>
	419	2.2.7.7.1.8									x	Restrictions relatives à l'hexafluorure d'uranium
EXIGENCES ET CONTRÔLES DE TRANSPORT	503	4.1.9.1.3		x	x	x	x	x	x			Transport d'autres marchandises
	507	1.7.5, 2.1.3.5.3,(M)	x	x	x	x	x	x	x			Risque subsidiaire





Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de <i>colis</i>							Dispositions supplémentaires		Remarques
		Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
508	4.1.9.1.2	x	x	x	x	x	x	x			Contamination non fixée sur les <i>colis</i> - §609
515-520	2.2.7.9.1 - 7	x									Exigences relatives aux <i>colis</i> exceptés
521	4.1.9.2.1		x	x	x						Intensité de rayonnement LSA ou SCO non protégés
524	4.1.9.2.4		x	x	x						
525	7.5.11 CV33 (2)		x	x	x						Limite d'activité du moyen de transport
530	2.2.7.8.1		x	x	x	x	x	x	x		Limites TI et CSI
531, 532	2.2.7.8.2 et 3		x	x	x	x	x	x			Intensité de rayonnement au contact d'un <i>colis</i>
573	7.5.11 CV33 (3.5)		x	x	x	x	x	x			Utilisation exclusive
575	-		x	x	x	x	x	x			Transport par bateau

Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

	§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de <i>colis</i>							Dispositions supplémentaires		Remarques
			Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
	578	-							x			Transport aérien pour les <i>colis</i> de type B(M)
EXIGENCES RELATIVES AUX MATIÈRES RADIOACTIVES ET AUX EMBALLAGE/COLIS	601	2.2.7.3.3			x	x						Pour LSA-III
	602-604	2.2.7.4.1 et 2	x					x				Pour une forme spéciale
	605	-							x			Pour LDM
	606-616	6.4.2.1 - 11	x	x	x	x	x	x	x			Dispositions générales
	617-619	-	x	x	x	x	x	x	x			Transport aérien pour les <i>colis</i> de type C
	622	6.4.5.2			x							
	623	6.4.5.3						x				
	624	6.4.5.4.1			x							Exigences alternatives
	625-628	6.4.5.4.2 - 5			x	x						Exigences alternatives



Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de <i>colis</i>							Dispositions supplémentaires		Remarques
		Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
629-632	6.4.6.1 - 4									x	
634	6.4.7.2		x	x	x	x	x	x	x		
635-645	6.4.7.3 - 13				x	x	x	x			
646	6.4.7.14				x	x	b) unique ment	b) unique ment			
647	6.4.7.15				x	x	x	x			Liquides
648	6.4.7.16					x					Liquides
649	6.4.7.17					x					Gaz
651-655	6.4.8.2 - 6						x	x			
656-657	6.4.8.7 et 8						x				
658-664	6.4.8.9 - 15						x	x			



Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

	§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de <i>colis</i>							Dispositions supplémentaires		Remarques
			Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
	665, 666	6.4.9.1 et 2							x			
	668-670	6.4.10.2 – 6.4.10.4								x		
	671	6.4.11.1								x		
	672	6.4.11.2	x	x	x	x	x	x	x			Matière fissile exceptée
	673-682	6.4.11.3 - 12								x		
PROCÉDURES D'ESSAI APPLICABLES AUX COLIS	701	6.4.12.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Démonstration de conformité
	702	6.4.12.2			x	x	x	x	x	x	x	Évaluation après essais
	703	2.2.7.3.4			x	x			x			Essai de lixiviation pour LSA-III et LDRM
	704-711	2.2.7.4.4 - 2.2.7.4.8	x						x	x	x	Essais pour les matières radioactives sous forme spéciale

Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de colis							Dispositions supplémentaires		Remarques
		Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
712	-						x				Essais pour LDRM
713-715	6.4.12.3			x	x	x	x	x	x	x	Préparation d'un colis pour essai
716	6.4.13			x	x	x	x	x	x	x	Intégrité du confinement, protection contre les rayonnements et évaluation sûreté-criticité
717	6.4.14			x	x	x	x	x	x	x	Cible pour essais de chute
718	6.4.21.5									x	Epreuve structurelle
719-720	6.4.15.1 - 6.4.15.2			x	x	x	x	x	x	x	Dispositions générales pour les épreuves en conditions normales
721	6.4.15.3				x	x	x	x	x		Epreuve d'aspersion d'eau



Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de colis							Dispositions supplémentaires		Remarques
		Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
722	6.4.15.4			x	x	x	x	x	x	x	Epreuve de chute libre
723	6.4.15.5			x	x	x	x	x	x		Epreuve de gerbage
724	6.4.15.6				x	x	x	x	x		Epreuve de pénétration
725	6.4.16					x					Epreuve additionnelles type A (liquides et gaz)
726	6.4.17.1						x	x	x		Dispositions générales pour les épreuves en conditions accidentelles
727 (a)	6.4.17.2 (a)						x	x	x		Epreuve de chute de 9 m
727 (b)	6.4.17.2 (b)						x		x		Epreuve de chute sur poinçon
727 (c)	6.4.17.2 (c)						x	x	x		Epreuve d'écrasement dynamique

Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières

§ TS-R-1 (2005)	§ 2007ADR *	Type de colis							Dispositions supplémentaires		Remarques
		Excepté	IP-1	IP-2	IP-3	A	B(U), B(M)	C	Fissile	UF6	
728	6.4.17.3						x		x	x	Epreuve thermique
729	6.4.17.4						x		x		Epreuve d'immersion dans l'eau
730	6.4.18						x	x			Epreuve poussée d'immersion dans l'eau
731-733	6.4.19.1 - 6.4.19.3								x		Epreuve d'étanchéité à l'eau
734	6.4.20.1							x			Dispositions générales pour les épreuves de colis de type C
735	6.4.20.2							x			Epreuve de perforation/déchirure
736	6.4.20.3							x			Epreuve thermique poussée
737	6.4.20.4							x			Epreuve de résistance au choc



Tableau 1 : Applicabilité des exigences réglementaires issues du TS-R-1 et de l'ADR aux différents types de colis et de matières





## Annexe 1 du guide européen PDSR

**Colis exceptés**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

Partie 1	
1.1	À respecter
1.2	<p>À respecter</p> <p>(c) Le type de <i>colis</i> excepté, tel que distingué par leur numéro UN, devrait être indiqué :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emballage vide (UN 2908), ou</li> <li>• Articles fabriqués à partir d'uranium naturel ou d'uranium appauvri ou de thorium naturel (UN 2909), ou</li> <li>• Quantité de matière limitée (UN 2910), ou</li> <li>• Instruments ou articles (UN 2911).</li> </ul> <p>(e) La conformité avec les exigences supplémentaires relatives au transport aérien (voir tableau 1) devrait être prise en compte, le cas échéant.</p>
1.3	<p>À respecter, sauf (f)</p> <p>(b) La conformité avec les limites d'activité pour les colis exceptés selon le tableau 3 du règlement TS-R-1 et les paragraphes 408 et 410 (pour le transport par voie postale), le cas échéant, devrait être prise en compte.</p> <p>(d) Un certificat valide relatif aux formes spéciales doit être disponible si une matière radioactive sous forme spéciale est utilisée.</p> <p>(g) Le cas échéant, seules les quantités de matières fissiles exceptées, selon le paragraphe 672 du règlement TS-R-1, sont autorisées.</p> <p>(h) Les risques subsidiaires des contenus devraient être pris en compte, ce qui peut entraîner des exigences en termes de classement et de conception selon le risque subsidiaire prédominant (voir [7], chapitre 3.3 SP 290).</p>
1.4	<p>À respecter, sauf (g) à (i)</p> <p>(e) peut être assuré par une matière sous forme spéciale, le cas échéant (voir également le commentaire du point 1.3 (d) ci-avant)</p>
1.5	Les principaux principes de conception et les caractéristiques de performance du <i>modèle de colis</i> devraient être décrits de sorte à satisfaire les exigences en termes de confinement et de protection radiologique pour les colis exceptés en conditions de transport de routine selon les paragraphes 606 à 616, 617 à 619 pour les colis à transporter par avion, les paragraphes 515, 516 et, le cas échéant, les paragraphes 517 (a) et (c), 518 (a), 519 et 409 du règlement TS-R-1 (voir également le tableau 1).
1.6	Les paragraphes relatifs aux colis exceptés indiqués dans le tableau 1 devraient être examinés.
1.7	Les instructions appropriées relatives à l'utilisation du colis devraient couvrir tous les éléments du point 1.7. La conformité avec les exigences des paragraphes 565 et 606 à 608 devrait être justifiée en prenant en compte les conditions de transport de routine prévues.

## Annexe 1 du guide européen PDSR

**Colis exceptés**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	Les conditions de transport de routine devraient être identifiées : les températures ambiantes minimale et maximale pendant le transport, la pression ambiante minimale, les spécifications des couples de serrage de la boulonnerie, les nombres de cycles de transport (à utiliser dans l'analyse de fatigue) pour chaque moyen de transport, devraient être incluses le cas échéant.
1.8	Les instructions appropriées relatives à la maintenance du <i>colis</i> devraient couvrir tous les éléments du point 1.8.
1.9	Le système de management doit être adapté à la complexité du <i>modèle de colis</i> afin de garantir que le colis est conçu et éprouvé si nécessaire pour démontrer sa conformité avec les exigences réglementaires. Cela doit inclure un système de vérification de documents efficace.  Le système de management devrait également garantir que les exigences et les normes de fabrication, d'inspection avant la première utilisation et d'inspections ultérieures en cours d'utilisation (pour l'utilisation répétée de l'emballage), de maintenance, d'exploitation (chargement, déchargement, fonctionnement, transport) sont clairement définies dans le PDSR. Pour des recommandations plus détaillées, voir [10].
1.10	À respecter

<b>Partie 2</b>	
2.1	À respecter pour démontrer la conformité avec toutes les exigences applicables à la conception d'un colis excepté.
2.2.1	À respecter pour les conditions de transport de routine uniquement et non pour (c) (a) peut être assuré par une matière sous forme spéciale, le cas échéant  Une analyse structurelle adaptée devrait être effectuée afin de démontrer que toutes les exigences de conception applicables selon les paragraphes 606 à 616, 617 à 619 (pour le transport aérien), 620 et 634 (pour la matière fissile exceptée), le cas échéant, sont satisfaites. Il est recommandé de prendre en compte les températures et pressions ambiantes qui peuvent être obtenues en conditions de transport de routine de même que les exigences spécifiques en termes de température et de pression pour le transport aérien. En particulier, il est recommandé de veiller à ce que tout écrou, boulon et autre dispositif de rétention assure sa fonction de sûreté en conditions de transport de routine même après une utilisation répétée. Pour d'autres recommandations, voir également le guide TS-G-1.1, paragraphes 606.1 à 619.2.
2.2.2	À respecter pour les conditions de transport de routine uniquement et non pour (c)  Une analyse thermique adaptée devrait être effectuée afin de démontrer que toutes les exigences <i>de conception</i> applicables selon les paragraphes 606 à 619 sont satisfaites, en particulier les paragraphes 612, 613, 615 et 616 à 618, le cas échéant. Pour d'autres recommandations, voir également le guide TS-G-1.1, paragraphes 606.1 à 619.2.



## Annexe 1 du guide européen PDSR

### Colis exceptés

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

2.2.3	<p>À respecter pour les conditions de transport de routine uniquement.</p> <p>Cela devrait être effectué de façon adaptée à la démonstration de l'intégrité du confinement pour tous les aspects pertinents selon les paragraphes 606 à 616 et 617 à 619, le cas échéant. Pour les autres propriétés dangereuses des contenus, voir paragraphes 109 et 507.</p>
2.2.4	<p>À respecter pour les conditions de transport de routine uniquement (voir paragraphes 508, 509 et 516).</p> <p>Une analyse relative à la protection contre les rayonnements devrait être effectuée pour démontrer le respect de toutes les exigences en vigueur en termes d'intensité de rayonnement selon les paragraphes 516 et 517 (a). Si des méthodes de calcul sont utilisées, les calculs de termes source devraient prendre en compte les interactions, les émissions secondaires et les facteurs de multiplication, le cas échéant. Les recommandations appropriées de la CIPR devraient être prises en compte. Si des mesures sont utilisées, la source de mesure devrait être représentative des contenus radioactifs du <i>modèle de colis</i>.</p>
2.2.5	<p>Non applicable : la matière fissile non exceptée n'est pas autorisée dans les colis exceptés.</p>



## Annexe 2 du guide européen PDSR

### Colis industriels

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

Partie 1	
1.1	À respecter
1.2	<p>À respecter</p> <p>(c) Le type de colis industriel devrait être indiqué :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- colis industriel de type 1 (type IP-1) ;</li> <li>- colis industriel de type 2 (type IP-2) ; ou</li> <li>- colis industriel de type 3 (type IP-3).</li> </ul> <p>(e) La conformité avec les exigences supplémentaires relatives au transport par avion (voir tableau 1) devrait être considérée.</p>
1.3	<p>À respecter</p> <p>(b) Les limitations de l'activité spécifique (Bq/g) et de la contamination surfacique (Bq/cm<sup>2</sup>) peuvent être requises.</p> <p>Concernant les définitions dans le règlement TS-R-1, le contenu sera classé LSA-I, LSA-II ou LSA-III (paragraphe 226) ou SCO-I ou SCO-II (paragraphe 241). Le type de colis industriel sera justifié par rapport à ce classement de contenu, (paragraphe 524 et tableau 4 du règlement TS-R-1).</p> <p>Le respect de la limite de débit de dose à 3 m du contenu non protégé établie au paragraphe 521 est à analyser</p> <p>Les limites d'activité du moyen de transport selon le tableau 5 du règlement TS-R-1 devraient être également prises en compte.</p> <p>(c) Les limites des contenus du colis industriel sont fonction de l'état physique.</p> <p>En cas de LSA-III, comme il convient pour le type IP-2 ou le type IP-3 selon le tableau 4 du règlement TS-R-1, la conformité avec le paragraphe 601 devrait être justifiée.</p> <p>(f) Le cas échéant</p> <p>(g) Si le colis contient des matières fissiles exceptées, la conformité avec les dispositions du paragraphe 672 du règlement TS-R-1 pour les quantités exceptées devrait être justifiée ; si le colis contient des matières fissiles non exceptées, se reporter à l'annexe 5.</p>
1.4	<p>À respecter, sauf (i)</p> <p>(g) Le cas échéant, voir l'annexe 5</p> <p>(h) Le cas échéant en rapport avec l'annexe 5 ou 6</p>
1.5	<p>Les principaux principes de conception et les caractéristiques de performance du <i>modèle de colis</i> devraient être décrits de sorte à satisfaire les exigences en termes d'intégrité de confinement et de protection contre les rayonnements pour :</p>



## Annexe 2 du guide européen PDSR

### Colis industriels

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<p>- le type IP-1 en conditions de transport de routine selon les paragraphes 606 à 619 et 634 du règlement TS-R-1,</p> <p>- le type IP-2 en conditions de transport de routine et normales selon les paragraphes 606 à 619, 622 et 634 du règlement TS-R-1 ou les exigences alternatives des paragraphes 624 à 628 pour les colis, les conteneurs-citernes, les réservoirs (autres que les conteneurs-citernes), les conteneurs de fret et les conteneurs métalliques pour le transport de marchandises en semi-vrac,</p> <p>- le type IP-3 en conditions de transport de routine et normales selon les paragraphes 606 à 619, 634 à 647 ou les exigences alternatives des paragraphes 625 à 628 pour les conteneurs-citernes, les citernes (autres que les conteneurs-citernes), les conteneurs de fret et les GRV métalliques,</p> <p>- le type IP-1, le type IP-2 et le type IP-3 selon les paragraphes 530 à 532 du règlement TS-R-1</p> <p>(voir également le tableau 1).</p>
<p><b>1.6</b></p>	<p>Les paragraphes appropriés comme indiqué dans le tableau 1 pour le colis de type IP-1, de type IP-2 et de type IP-3 devraient être examinés.</p>
<p><b>1.7</b></p>	<p>Les instructions appropriées relatives à l'utilisation du colis devraient couvrir tous les éléments du point 1.7. Des informations détaillées sur les opérations de manutention du colis peuvent être fournies dans des procédures écrites plus exhaustives auxquelles il peut être fait référence dans cette partie du PDSR.</p> <p>(a) En conformité avec le paragraphe 501(a) du règlement TS-R-1, si la pression de calcul de l'enveloppe de confinement dépasse 35 kPa, une procédure permettant de tester l'intégrité de l'enveloppe de confinement sous cette pression devrait être incluse.</p> <p>(b) Les procédures d'essai et de contrôle devraient être incluses pour garantir que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• toutes les exigences indiquées dans les dispositions pertinentes du règlement TS-R-1 s'appliquant aux colis industriels ont été satisfaites, selon le paragraphe 502 (a) du règlement TS-R-1.</li> <li>• Les organes de levage qui ne satisfont pas les exigences du paragraphe 607 du règlement TS-R-1 ont été retirées ou sinon mises hors d'usage pour soulever le colis, selon le paragraphe 502 (b) du règlement TS-R-1.</li> </ul> <p>(d) Les spécifications des couples de serrage de la boulonnerie, les nombres de cycles de transport (à utiliser dans l'analyse de fatigue) pour chaque moyen de transport devraient être incluses, le cas échéant.</p> <p>Outre les propriétés radioactives, toute autre propriété dangereuse des contenus du colis devrait être prise en compte (voir paragraphe 507).</p>



## Annexe 2 du guide européen PDSR

### Colis industriels

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

1.8	Les instructions appropriées relatives à la maintenance du <i>colis</i> devraient couvrir tous les éléments du point 1.8.
1.9	<p>Le système de management (de la qualité) doit être adapté à la complexité du <i>modèle de colis</i> afin de garantir que le colis est conçu et éprouvé si nécessaire pour démontrer sa conformité avec les exigences réglementaires. Celui-ci doit inclure un système de vérification de documents efficace.</p> <p>Le système de management (de la qualité) devrait également garantir que les exigences et les normes de fabrication, d'inspection avant la première utilisation et d'inspections ultérieures en cours d'utilisation (pour une utilisation répétée de l'emballage), de maintenance, d'exploitation (chargement, déchargement, transport) sont clairement définies dans le PDSR. Pour des recommandations détaillées, voir [10].</p>
1.10	À respecter
<b>Partie 2</b>	
2.1	À respecter
2.2.1	<p>Une analyse structurelle devrait être effectuée de façon adaptée à la démonstration de la conformité :</p> <p>(I) Du colis de type IP-1 aux exigences définies pour les conditions de transport de routine selon les paragraphes 606 à 619 ; en particulier, cette analyse devrait prendre en considération :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les organes utilisés pour arrimer le colis (paragraphe 606) ;</li> <li>• les organes utilisés pour manutentionner le colis (paragraphes 607 et 608) ;</li> <li>• les équipements ajoutés au colis pendant le transport (paragraphe 611) ;</li> <li>• le comportement du colis et de ses composants vis-à-vis des effets d'une accélération, d'une vibration ou d'une résonance induite par vibration (paragraphe 612) ;</li> <li>• le comportement du colis vis-à-vis des températures et pressions ambiantes susceptibles de se produire en conditions de routine (paragraphe 615).</li> </ul> <p>(II) Du colis de type IP-2 aux exigences définies pour les conditions de transport de routine et normales selon les paragraphes 606 à 619 et 622 du règlement TS-R-1 ou aux exigences alternatives des paragraphes 624 à 628 ; en particulier cette analyse devrait prendre en considération les mêmes points que ceux présentés pour le colis de type IP-1 ci-avant et également l'évaluation de la conformité avec les critères d'acceptation définis au paragraphe 622 pour les épreuves mécaniques indiquées aux paragraphes 722 et 723 du règlement TS-R-1.</p>

## Annexe 2 du guide européen PDSR

### **Colis industriels**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

III) Du colis de type IP-3 aux exigences définies pour les conditions de transport de routine et normales selon les paragraphes 606 à 619, 634 à 647 ou aux exigences alternatives des paragraphes 625 à 628 ; en particulier cette analyse devrait considérer les mêmes points que ceux présentés pour le colis de type IP-1 ci-avant et également :

- L'évaluation de la conformité avec les critères d'acceptation définis au paragraphe 646 pour les épreuves mécaniques indiquées aux paragraphes 721 à 724.
- Une analyse des organes d'arrimage du colis, le cas échéant (paragraphe 636)

Si l'analyse des épreuves est effectuée par des essais réels, le rapport d'essai devrait indiquer que :

- les essais de chute sont réalisés selon un programme d'assurance qualité.
- Le spécimen, le prototype ou l'échantillon est représentatif du colis.
- Les essais de chute sont effectués de sorte à entraîner les pires dommages. La démonstration d'un lien de causalité entre l'orientation de l'essai de chute et les pires dommages à la fonction testée (confinement ou protection contre les rayonnements) devrait être établie selon un programme d'assurance qualité.
- La cible des essais de chute est conforme aux prescriptions qui s'appliquent.

Ce rapport d'essai devrait également contenir des photos montrant et expliquant les conditions de réalisation des essais et leurs résultats.



## Annexe 2 du guide européen PDSR

### Colis industriels

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

<p><b>2.2.2</b></p>	<p>Une analyse thermique devrait être effectuée de sorte à démontrer que toutes les exigences de conception applicables sont satisfaites, en particulier pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les colis de type IP-1 et de type IP-2 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• le comportement vis-à-vis des températures ambiantes se produisant en conditions de routine (§ 615 du règlement TS-R-1) ;</li> <li>• une analyse des températures sur les surfaces du colis accessibles, en cas de transport par avion (§ 617) ;</li> <li>• le comportement vis-à-vis des températures ambiantes allant de <math>-40\text{ °C}</math> à <math>+55\text{ °C}</math>, en cas de transport par avion (paragraphe 618) ;</li> </ul> </li> <li>- les colis de type IP-3 : les mêmes points que ceux présentés pour les colis de type IP-1 et de type IP-2 ci-avant et, de plus, une évaluation du comportement vis-à-vis des températures allant de <math>-40\text{ °C}</math> à <math>+70\text{ °C}</math> (§ 637 et 647).</li> </ul> <p>(a) Il est recommandé de veiller à garantir que les joints d'étanchéité gardent leur fonction de sûreté dans les plages de températures indiquées ci-avant.</p> <p>Pour d'autres recommandations, voir également les paragraphes correspondants du guide TS-G-1.1.</p>
<p><b>2.2.3</b></p>	<p>Une analyse de confinement devrait être effectuée de sorte à démontrer que toutes les exigences applicables à l'enveloppe de confinement sont satisfaites, en particulier pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le type IP-1 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• la protection des soupapes par lesquelles les contenus pourraient s'échapper, le cas échéant (§ 614 du règlement TS-R-1).</li> <li>• Le comportement du colis vis-à-vis d'une réduction de pression ambiante dans le cas du transport par avion (§ 619).</li> </ul> </li> <li>- Les colis de type IP-2 : les mêmes points que ceux présentés pour le type IP-1 et, de plus, la prévention de la perte ou de la dispersion des contenus radioactifs (§ 622(a), 624(c), 627(c)(i), 628(b)(i) selon le cas).</li> <li>- Les colis de type IP-3 : les mêmes points que ceux présentés pour les colis de type IP-1 et type IP-2 ci-avant et, de plus : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les dispositifs de fixation de l'enveloppe de confinement (§ 639 et 641).</li> <li>• Une analyse du comportement des dispositifs de fixation de l'enveloppe de confinement soumise à la pression interne du colis, le cas échéant, (§ 639).</li> <li>• Le comportement de l'enveloppe de confinement vis-à-vis des effets de la radiolyse provoquée par les contenus, le cas échéant (§ 642).</li> </ul> </li> </ul>





## Annexe 2 du guide européen PDSR

### Colis industriels

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le comportement de l'enveloppe de confinement sous l'effet d'une réduction de la pression ambiante à 60 kPa (§ 643).</li> <li>• Les systèmes de rétention de fuite des vannes, autres que les soupapes de sûreté, le cas échéant (§ 644).</li> <li>• La conception des composants assurant la protection contre les rayonnements et enfermant un élément de l'enveloppe de confinement (§ 645).</li> </ul> <p>L'évaluation de l'enveloppe de confinement dans toutes les conditions opérationnelles devrait être réalisée en considérant les contenus de colis les plus pénalisants du point de vue physique et chimique et en prenant en compte les pressions internes maximales.</p> <p>Le cas échéant, une analyse et une justification des couples de serrage à utiliser pour maintenir le confinement en conditions de routine et normales devraient être effectuées, selon le cas.</p> <p>Il est recommandé d'inclure une description des essais d'étanchéité nécessaires pour démontrer que le colis satisfait les exigences en termes de confinement, notamment des essais effectués pendant et après la fabrication de l'emballage, des essais périodiques et des essais avant chaque opération de transport.</p> <p>Pour d'autres recommandations, voir également les paragraphes correspondants du guide TS-G-1.1.</p>
<p><b>2.2.4</b></p>	<p>L'analyse des aspects relatifs au système de protection contre les rayonnements du <i>modèle de colis</i> devrait garantir que les limites de débit de dose établies par les réglementations seront satisfaites, en particulier pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les colis de type IP-1, les limites de débit de dose pour les conditions de transport de routine (paragraphes 530 à 532 du règlement TS-R-1) ;</li> <li>- les colis de type IP-2, outre les limites pour les conditions de routine, que si les colis étaient soumis aux essais tels qu'indiqués aux paragraphes 722 et 723, l'intensité de rayonnement maximale n'augmenterait pas de plus de 20 % à la surface externe du colis conformément aux paragraphes 622(b), 624(c)(ii), 625(c), 627(c)(ii) et 628(b)(ii) selon le cas ;</li> <li>- les colis de type IP-3, outre les limites pour les conditions de routine, que si les colis étaient soumis aux épreuves prévues pour démontrer la capacité à supporter les conditions normales de transport (paragraphes 719 à 724), l'intensité de rayonnement maximale n'augmenterait pas de plus de 20 % à la surface externe du colis, conformément au paragraphe 646 ;</li> </ul> <p>Pour les colis de type IP-2 et de type IP-3, il est recommandé de veiller à définir avec précision le système de rétention à l'intérieur du colis, le cas échéant (par exemple, le transport d'outils contaminés) afin d'empêcher tout déplacement des contenus qui entraînerait une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de</p>



## Annexe 2 du guide européen PDSR

### **Colis industriels**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<p>rayonnement maximale.</p> <p>Si des méthodes de calcul sont utilisées, les calculs des termes source devraient prendre en compte les interactions, les émissions secondaires et les facteurs de multiplication, selon le cas. Si des mesures sont utilisées, la source de rayonnement devrait être représentative des contenus radioactifs du <i>modèle de colis</i>.</p> <p>Pour d'autres recommandations, voir également les paragraphes correspondants du guide TS-G-1.1.</p>
<b>2.2.5</b>	Le cas échéant, voir également l'annexe 5.



## Annexe 3 du guide européen PDSR

### Colis de type A

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

Partie 1	
1.1	À respecter
1.2	À respecter (e) La conformité avec les exigences supplémentaires en termes de transport par avion (voir tableau 1) devrait être considérée.
1.3	À respecter (b) La conformité avec les limites d'activité pour les colis de type A selon les paragraphes 414 et 415 du règlement TS-R-1 devrait être considérée. (c) Il existe des exigences de conception supplémentaires pour les contenus liquides et gazeux. (d) Un certificat d'agrément valide pour les matières radioactives sous forme spéciale devrait être disponible si une telle matière est prévue comme contenu. (f) Le cas échéant (g) Si le colis contient de la matière fissile exceptée, la conformité avec les dispositions du paragraphe 672 du règlement TS-R-1 pour les quantités exceptées devrait être justifiée ; si le colis contient de la matière fissile non exceptée, se reporter à l'annexe 5.
1.4	À respecter, sauf (i) (e) Peut être assuré par une matière radioactive sous forme spéciale, le cas échéant (voir également le commentaire du point 1.3 (d) ci-avant) (g) Le cas échéant, voir l'annexe 5 (h) Le cas échéant, en rapport avec l'annexe 5 ou 6
1.5	Les principaux principes de <i>conception</i> et les caractéristiques de performance relatives au <i>modèle de colis</i> devraient être décrits de sorte à satisfaire les exigences en termes d'intégrité de confinement et de protection contre les rayonnements pour les <i>colis</i> de type A en conditions de transport de routine et normales selon les paragraphes 606 à 619, les paragraphes 634 à 646 et les paragraphes 530 à 532 du règlement TS-R-1. Voir également les paragraphes 647 à 649 pour les contenus liquides et gazeux. (Voir également tableau 1.)
1.6	Les paragraphes appropriés tels qu'indiqués dans le tableau 1 pour le <i>colis</i> de type A devraient être examinés.
1.7	Les instructions appropriées relatives à l'utilisation du <i>colis</i> devraient couvrir tous les éléments du point 1.7. En particulier, les spécifications des couples de serrage de la boulonnerie, les nombres de cycles de transport (à utiliser dans l'analyse de fatigue) pour chaque moyen de transport devraient être incluses, le cas échéant.



## Annexe 3 du guide européen PDSR

**Colis de type A**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	Outre les propriétés radioactives, toute autre propriété dangereuse des contenus du <i>colis</i> devrait être prise en compte (voir paragraphe 507). (e) Y compris la conformité avec le paragraphe 635.
1.8	Les instructions appropriées relatives à la maintenance du <i>colis</i> devraient couvrir tous les éléments du point 1.8.
1.9	Le système de management (de la qualité) doit être adapté à la complexité du <i>modèle de colis</i> afin de garantir que le colis est conçu et éprouvé si nécessaire pour démontrer sa conformité avec les exigences réglementaires. Ceci doit inclure un système de vérification de documents efficace.  Le système de management (de la qualité) devrait également garantir que les exigences et les normes de fabrication, d'inspection avant la première utilisation et d'inspections ultérieures en cours d'utilisation (pour une utilisation répétée de l'emballage), de maintenance, d'exploitation (chargement, déchargement, transport) sont clairement définies dans le PDSR. Pour d'autres recommandations, voir [10].
1.10	À respecter

<b>Partie 2</b>	
2.1	À respecter dans la mesure du possible afin de démontrer la conformité avec les exigences réglementaires applicables aux <i>colis</i> de type A.
2.1.2	Toutes les caractéristiques (mécaniques, thermiques, etc.) de chaque composant du <i>colis</i> et tous les critères d'acceptation pour les analyses techniques devraient être définis.  Exemples  La conformité avec le paragraphe 637 devrait inclure des critères pour certains des éléments comme :  - la dilatation/la contraction des composants par rapport aux fonctions structurelles ou d'étanchéité ;  - la décomposition ou les changements d'état des matériaux des composants en conditions extrêmes ;  - les propriétés de traction/ductilité et la résistance du <i>colis</i> ; et  - la <i>conception</i> de la protection contre les rayonnements.
2.1.4	Pour l'analyse structurelle, la conformité avec le paragraphe 646a) devrait inclure un critère permettant de garantir que, en conditions normales de transport, les <i>contenus radioactifs</i> du <i>colis</i> ne peuvent pas s'échapper en quantités susceptibles de créer un danger radiologique



## Annexe 3 du guide européen PDSR

### Colis de type A

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<p>ou de contamination. (Voir également TS-G-1.1, paragraphes 646.1 à 646.6.)</p> <p>La conformité des conditions des essais de chute devrait être démontrée et une description exhaustive des essais de chute devrait être documentée. Ce qui suit devrait être également examiné :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les essais de chute sont réalisés selon un programme d'assurance qualité.</li> <li>- le spécimen, le prototype ou l'échantillon est représentatif du <i>colis</i>.</li> <li>- les essais de chute sont effectués de sorte à provoquer les pires dommages. La démonstration que l'orientation de l'essai de chute induit les pires dommages de la fonction testée (confinement, protection contre les rayonnements ou sûreté-criticité) devrait être établie selon un programme d'assurance qualité.</li> <li>- La cible des essais de chute est conforme aux prescriptions qui s'appliquent. Elle doit être plane et indéformable (une plaque en acier d'épaisseur suffisante posée sur un bloc de béton), suffisamment massive pour résister à tout déplacement.</li> <li>- Un rapport d'essai de chute est établi selon un programme d'assurance qualité ; ce rapport décrit la vérification du <i>spécimen</i> avant essai, la station d'essai, les équipements de mesure utilisés et leur étalonnage, les résultats des mesures effectuées garantissant que les critères préétablis sont satisfaits. Ce rapport devrait également contenir des photos montrant et expliquant les conditions de réalisation des essais et leurs résultats.</li> </ul> <p>Les risques subsidiaires devraient être examinés dans les démonstrations de conformité.</p>
<p><b>2.2.1</b></p>	<p>À respecter pour les conditions de transport de routine et normales et non pour (c)</p> <p>(a) Peut être assuré par une matière radioactive sous forme spéciale, le cas échéant (paragraphe 640).</p> <p>Une analyse structurelle devrait être effectuée de façon adaptée à la démonstration du respect de toutes les exigences <i>de conception</i> applicables selon les paragraphes 606 à 619, les paragraphes 634 à 646 et, le cas échéant, les paragraphes 647 à 649.</p> <p>Il est recommandé de veiller à ce que tout écrou, boulon et autre dispositif de fixation assure sa fonction de sûreté en conditions de transport de routine même après une utilisation répétée.</p> <p>Il est recommandé de prendre en compte les températures et les pressions selon les paragraphes 637 et 643.</p> <p>Les procédures d'essai prennent en compte les exigences des paragraphes 701 et 702, 713 à 715, 716 et 719 à 724 (voir également le paragraphe 725 pour obtenir plus d'essais pour les colis de type A conçus pour les liquides et les gaz).</p> <p>Pour d'autres recommandations, voir également le guide TS-G-1.1, paragraphes 606.1 à 619.2 et paragraphes 634.1 à 649.3.</p>



## Annexe 3 du guide européen PDSR

### Colis de type A

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

<p><b>2.2.2</b></p>	<p>À respecter pour les conditions de transport de routine et normales et non pour (c)</p> <p>Une analyse thermique devrait être effectuée de façon adaptée à la démonstration du respect de toutes les exigences <i>de conception</i> applicables selon les paragraphes 606 à 619 et les paragraphes 634 et 649, en particulier les paragraphes 612, 613, 615, 637, 646 et 616, 617, 640, 642 le cas échéant.</p> <p>Pour plus de recommandations, voir également le guide TS-G-1.1, paragraphes 606.1 à 619.2 et 634.1 à 649.3.</p>
<p><b>2.2.3</b></p>	<p>À respecter pour les conditions de transport de routine et normales.</p> <p>Cela devrait être effectué de façon adaptée à la démonstration de l'intégrité du confinement pour tous les aspects pertinents selon les paragraphes 606 à 619 et 634 à 649 (en particulier les paragraphes 639 à 643).</p> <p>Il est recommandé de veiller à définir les contenus avec précision. Les hypothèses et démonstrations sont différentes selon les contenus.</p> <p>Il est recommandé de veiller à démontrer la capacité à supporter la pression ambiante réduite due à l'altitude rencontrée pendant le transport (§ 643 et § 619 le cas échéant).</p> <p>Lorsqu'une <i>matière radioactive</i> sous forme spéciale fait partie de l'enveloppe de confinement, il est recommandé de prendre en considération le comportement qu'aurait la matière sous forme spéciale en conditions de transport de routine et normales.</p>
<p><b>2.2.4</b></p>	<p>À respecter pour les conditions de transport de routine et normales.</p> <p>Voir paragraphe 645 et TS-G-1.1, paragraphes 645.1 et 645.2.</p> <p>Si des méthodes de calcul sont utilisées, les calculs des termes source devraient prendre en compte les interactions, les émissions secondaires et les facteurs de multiplication le cas échéant. Les recommandations appropriées de la CIPR devraient être prises en compte. Si des mesures sont utilisées, la source de rayonnement devrait être représentative des contenus radioactifs du <i>modèle de colis</i>.</p> <p><i>Conditions de transport de routine</i></p> <p>Une analyse de la protection contre les rayonnements devrait être effectuée de façon adaptée à la démonstration du respect de toutes les exigences en vigueur en termes d'intensité de rayonnement, selon les paragraphes 531 et 532.</p> <p><i>Conditions normales de transport</i></p> <p>Si le <i>colis</i> était soumis aux épreuves indiquées aux paragraphes 719 à 724, il doit être garanti que l'intensité de rayonnement maximale à la surface externe du <i>colis</i> n'augmenterait pas de plus de 20 % selon le paragraphe 646.</p> <p>Il est recommandé de veiller à définir avec précision le système d'arrimage à l'intérieur du <i>colis</i> le cas échéant (par exemple, le transport d'outils contaminés) afin d'empêcher tout déplacement des contenus qui entraînerait une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale.</p>



## Annexe 3 du guide européen PDSR

### **Colis de type A**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

2.2.5	Le cas échéant, voir également l'annexe 5.
-------	--



## Annexe 4 du guide européen PDSR

**Colis de type B(U), de type B(M) et de type C**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

<b>Partie 1</b>	
<b>1.1</b>	À respecter
<b>1.2</b>	À respecter
<b>1.3</b>	<p>À respecter – y compris le point 1.3(g) lorsque les contenus sont des matières fissiles ou des matières fissiles exceptées.</p> <p>(d) Un certificat d'agrément valide pour les matières radioactives sous forme spéciale devrait être disponible si une telle <i>matière</i> est prévue comme contenu; un certificat d'agrément valide pour une matière radioactive faiblement dispersable doit être disponible si une telle <i>matière</i> est prévue comme contenu.</p> <p>(g) Si le colis contient des matières fissiles exceptées, la conformité avec les dispositions du paragraphe 672 du règlement TS-R-1 pour les quantités exceptées devrait être justifiée ; si le colis contient des matières fissiles non exceptées, se reporter à l'annexe 5.</p> <p>La description des contenus et de leurs formes physiques, chimiques et radioactives devrait être suffisamment précise pour permettre d'évaluer les justifications des performances requises du confinement, de la protection contre les rayonnements, de la sûreté-criticité et de la protection contre la chaleur.</p> <p>La description devrait inclure toutes les dimensions (plans), les nuances de matière et les propriétés mécaniques qui sont utilisées pour démontrer les performances requises en termes de sûreté.</p> <p>La description devrait inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le nombre total de <math>A_2</math> ou de <math>A_1</math> dans les contenus ;</li> <li>• le cas échéant, le taux de combustion maximal et le temps de refroidissement minimal ;</li> <li>• la composition et la masse des matières hydrogénées qui peuvent interagir avec les contenus (pour la multiplication des neutrons ou la radiolyse).</li> </ul> <p>Les propriétés des matières devraient être indiquées pour les températures allant de -40 °C à la température maximale en conditions normales de transport.</p>
<b>1.4</b>	<p>À respecter</p> <p>(g) le cas échéant, voir l'annexe 5</p> <p>(e) peut être assuré par les matières radioactives sous forme spéciale le cas échéant (voir également le commentaire du point 1.3 (d) ci-avant)</p>
<b>1.5</b>	À respecter





## Annexe 4 du guide européen PDSR

**Colis de type B(U), de type B(M) et de type C**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

1.6	Les paragraphes appropriés comme indiqué dans le tableau 1 pour le <i>colis</i> de type B(U), de type B(M) ou de type C devraient être examinés.
1.7	<p>À respecter</p> <p>La description détaillée des méthodes utilisées pour les vérifications et essais de fonctionnement, en particulier ceux requis aux paragraphes 501 (a), 502, 508, 526, 531 et 532. Pour les opérations de séchage, la méthode utilisée devrait empêcher la formation de glace. Pour l'essai d'étanchéité, lorsque l'autorité compétente accepte les méthodes utilisant les critères relâchés, les méthodes qualifiées de détection de défauts (susceptibles de créer, en conditions de fonctionnement, une fuite à un débit supérieur à celui admissible) devraient être mises en œuvre (voir 2.2.3). L'absence de défauts devrait être supportée par une procédure d'inspection spécifique avec une qualification appropriée. Le contrôle des couples de serrage de la boulonnerie et de la position correcte du couvercle ainsi que l'ajustement de la nature et de la pression de l'atmosphère interne devraient être spécifiés.</p>
1.8	<p>À respecter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La description détaillée des activités de maintenance, en particulier :</li> <li>• les contrôles périodiques des composants de l'enveloppe de confinement (vis, boulons, soudures, joints toriques, etc.) ;</li> <li>• les contrôles périodiques des organes d'arrimage et de manutention, etc. ;</li> <li>• la définition de la périodicité du remplacement des composants de l'emballage devrait prendre en compte toute réduction de performance due à l'usure, à la corrosion, au vieillissement et à la perte de compression des joints avec le temps, etc.</li> </ul> <p>La justification de la périodicité des vérifications, lorsque cela est nécessaire, peut être introduite dans cette section.</p>
1.9	<p>À respecter (voir paragraphe 306). Le système de management (de la qualité) doit être adapté à la complexité du <i>modèle de colis</i> afin de garantir que le colis est conçu et éprouvé si nécessaire pour démontrer sa conformité avec les exigences réglementaires. Celui-ci doit inclure un système de vérification de documents efficace.</p> <p>Le système de management (de la qualité) devrait également garantir que les exigences et les normes de fabrication, d'inspection avant la première utilisation et d'inspections ultérieures en cours d'utilisation (pour une utilisation répétée de l'emballage), de maintenance, d'exploitation (chargement, déchargement, transport) sont clairement définies dans le PDSR.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le PDSR devrait décrire les principes et les exigences des systèmes de management de la qualité qui ont été et seront appliqués à toutes les activités impliquées dans le</li> </ul>



## Annexe 4 du guide européen PDSR

### Colis de type B(U), de type B(M) et de type C

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<p>transport de matières radioactives et/ou fissiles à l'intérieur du colis analysé (conception comprenant la modification de conception, la qualification, les études sur la sûreté, la fabrication, la mise en service, la préparation au transport, le chargement, le transport, le transit, le déchargement, la maintenance).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le PDSR devrait définir et classer tous les composants significatifs de sûreté avec, pour chacune des fonctions de sûreté associées, les paramètres à garantir pour la maintenance de ces fonctions et le nombre de vérifications à effectuer pendant la fabrication.</li> <li>• Le PDSR devrait justifier la qualification des codes de calcul utilisés pour la vérification.</li> <li>• Pour d'autres recommandations détaillées, voir [10].</li> </ul>
1.10	À respecter
<b>Partie 2</b>	
2.1	À respecter
2.1.3	(a) Lorsqu'une campagne d'essais est mise en œuvre pour un <i>modèle de colis</i> spécifique à faire approuver par des autorités compétentes, la campagne devrait être notifiée avant le programme d'essais et l'autorité compétente devrait pouvoir assister aux essais.
2.1.4	<p>Concernant l'évaluation des effets concernant la radiolyse et/ou la thermolyse sur les caractéristiques de performance du <i>modèle de colis</i>, ce qui suit devrait être considéré :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dans tous les cas où de l'eau ou des matières hydrocarbonées est/sont présentes (cellulose, polymères, solutions aqueuses ou organiques, humidité absorbée), des preuves de l'absence du risque d'accumulation de gaz combustibles dépassant la limite de concentration pour l'inflammabilité devraient être incluses.</li> <li>• L'utilisation de codes de calcul pour justifier l'absence de danger induit par les phénomènes de radiolyse dans un colis est acceptable si ces codes sont qualifiés par des mesures expérimentales incorporant la composition chimique de l'environnement considéré et des paramètres physiques tels que la température, la pression, le gaz de remplissage, etc. Dans le cas contraire, une approche progressive et prudente devrait être adoptée, en considérant un contrôle expérimental à un niveau d'activité réduit des contenus, et effectuée, par exemple, pendant les premiers transports afin de recalibrer les codes utilisés.</li> <li>• Lorsque le phénomène de radiolyse limite la durée de transport maximale, cette durée devrait obligatoirement intégrer les durées des opérations et interventions</li> </ul>



## Annexe 4 du guide européen PDSR

### Colis de type B(U), de type B(M) et de type C

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<p>nécessaires en cas d'incident ou d'urgence.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En cas de chargement de crayons combustibles inétanches, l'eau contenue dans les crayons devrait être prise en compte, sauf justification contraire.</li> </ul> <p>De plus, le cas échéant, les risques de réactions chimiques ou physiques des matières qui réagissent avec l'eau ou l'oxygène, par exemple le sodium, l'UF<sub>6</sub>, le plutonium et l'uranium métallique, ou qui peuvent subir un changement de phase (solidification, fusion, ébullition, etc.) devraient être considérés.</p>
<p>2.2.1</p>	<p>À respecter</p> <p><b>(i) Remarques générales</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La démonstration de la conformité avec les normes de performance (règlement TS-R-1) doit être réalisée par les méthodes énumérées dans le paragraphe 701 du règlement TS-R-1,.</li> <li>2. Les propriétés mécaniques des matériaux considérées dans la démonstration de sûreté devraient être représentatives de la plage de propriétés mécaniques des composants du colis en considérant, par exemple, les plages de températures applicables comprises entre -40 °C et les températures maximales respectives des composants du colis en conditions normales de transport.</li> <li>3. <i>Par exemple, les points suivants devraient être considérés :</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les impacts sur le comportement du colis dus à des variations des propriétés d'absorption de chocs des matériaux absorbant les chocs (bois, polymères, plâtre, béton, etc.) dans une plage de températures allant de -40 °C à la température maximale en conditions normales de transport, ou à l'humidité devraient être analysés.</li> <li>• La sûreté vis-à-vis des ruptures fragiles à -40 °C de composants de l'enveloppe de confinement constitués de matériaux potentiellement fragiles (par exemple, aciers ferritiques, fonte) devrait être analysée.</li> <li>• La résistance des vis de fixation du couvercle devrait être justifiée pour toutes les orientations de chute.</li> <li>• De préférence, éviter d'utiliser, dans le domaine plastique, des composants de l'enveloppe de confinement tels que la boulonnerie et les portées de joint (car cela nécessiterait d'autres preuves complexes sur la mécanique de la rupture ou le maintien d'une surface de portée suffisante, etc.).</li> <li>• Un endommagement possible des joints métalliques après une chute due à des vibrations ou un glissement du couvercle devrait être évalué.</li> <li>• Vérifiez que les composants internes ne sont pas susceptibles d'endommager l'enveloppe de confinement.</li> </ul> </li> </ol>



## Annexe 4 du guide européen PDSR

### Colis de type B(U), de type B(M) et de type C

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'état de l'enveloppe de confinement devrait être déterminé afin de démontrer les exigences du point 2.2.3 dans la plage de températures concernée (-40 °C, température maximale en conditions accidentelles de transport).</li> <li>• Maintien, après les essais mécaniques en conditions accidentelles de transport, d'une protection thermique suffisante pour garantir le confinement et les autres fonctions de sûreté.</li> <li>• Vérification du comportement mécanique du contenu et du panier.</li> <li>• L'effet de l'essai thermique sur le comportement mécanique des composants du colis devrait être considéré (par exemple, contraintes et tensions thermiques, interactions thermo-mécaniques entre les composants du colis).</li> <li>• Preuve de la capacité à supporter la pression maximale en conditions normales et accidentelles de transport (en prenant en compte le feu et la radiolyse, les modifications physiques, les réactions chimiques, etc.).</li> <li>• Prise en compte de l'essai par immersion dans l'eau approprié en fonction de l'activité du contenu du colis.</li> <li>• Concernant les colis dont le transport s'effectue avec une cavité contenant de l'eau, le PDSR devrait démontrer que la présence d'eau ne remet pas en cause la validité du contrôle d'étanchéité de l'enveloppe de confinement, par colmatage des chemins de fuite.</li> <li>• Analyse de l'influence de tout dispositif décrit au point 1.4 (m) sur les performances du colis en conditions accidentelles de transport, si nécessaire.</li> </ul> <p><b>(ii) Essai de chute expérimental</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Détermination des positions et séquences d'essais de chute les plus sévères en considérant les objectifs de protection (confinement, sûreté-criticité, protection contre les rayonnements).</li> <li>2. Essais de chute de 9 m (horizontal, fouettement, vertical, oblique) et essais de perforation de 1 m qui maximisent les sollicitations du colis (telles que contrainte, tension, accélération et déformation) en considérant les différents composants du colis (corps de l'emballage, système de fermeture, capot de protection contre les chocs, etc.). Les positions d'essai de chute devraient être choisies de manière à couvrir les sollicitations maximales pour chaque composant du colis.</li> </ol> <p><i>Par exemple, les aspects suivants devraient être considérés :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les essais de chute qui maximisent les contraintes et l'accélération (à plat, fouettement, etc.) : plus la zone d'impact est grande, plus l'impact sera dur (en supposant une résistance à l'écrasement surfacique constante).</li> <li>• Les essais de chute qui maximisent la déformation (en coin, sur arêtes, etc.) : au</li> </ul>
--	---



## Annexe 4 du guide européen PDSR

### Colis de type B(U), de type B(M) et de type C

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<p>contraire, plus la zone d'impact est petite, plus l'écrasement sera important.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les essais de chute qui maximisent les endommagements des orifices, notamment par la barre (poinçon). Les composants de confinement dans les orifices sont souvent minces et plus susceptibles d'être endommagés par le poinçon que le corps de l'emballage.</li> <li>• Les essais de chute qui maximisent le risque de perforation par un poinçon, éventuellement oblique : si la surface impactée sur le colis est oblique par rapport au poinçon, l'impact initial se produit sur un bord du poinçon et le risque de perforation est nettement plus élevé.</li> </ul> <p>3. Pour les maquettes d'essai à échelle réduite, une géométrie similaire ou conservatrice et les mêmes propriétés de matériau devraient être utilisées comme pour la conception d'origine.</p> <p>4. Il est recommandé de garantir que les résultats de l'essai de chute avec des maquettes à échelle réduite couvrent et/ou sont transférables à la conception d'origine.</p> <p>5. Représentativité des essais de chute effectués avec des modèles à échelle réduite :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauteurs de chute : lorsque les démonstrations de la résistance mécanique d'un colis sont basées sur des essais avec des maquettes à échelle réduite, il peut être nécessaire d'augmenter les hauteurs de chute pour simuler l'énergie potentielle totale qui aurait été reçue par le colis à pleine échelle. Cela devrait être considéré en particulier pour les essais de chute où la déformation caractéristique de la structure n'est pas négligeable par rapport à la hauteur de chute.</li> </ul> <p>6. Mise à l'échelle géométrique appropriée de tous les composants de l'enveloppe de confinement (couvercles, écrous et boulons, gorges de joint, etc.).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joints métalliques : même conception, même matériau et transformation homothétique par rapport à la restitution élastique.</li> <li>• Joints toriques : la similarité devrait reposer sur la restitution élastique utile prenant en compte la déformation rémanente à la compression. La modification des propriétés du matériau selon les conditions de température devrait être prise en compte.</li> <li>• La mise à l'échelle des couples de serrage pour la boulonnerie des maquettes à échelle réduite devrait prendre en compte la dispersion des conditions de frottement, la précision des couples et les limites techniques dans une mise à l'échelle géométrique et physique exacte des composants de l'enveloppe de confinement.</li> <li>• Joints de soudure similaires.</li> <li>• Dans le cas d'essais de chute avec des maquettes à échelle réduite conduisant à des déformations significatives des composants de protection contre les chocs, le comportement du colis d'origine devrait être soigneusement justifié.</li> </ul>
--	---



## Annexe 4 du guide européen PDSR

### Colis de type B(U), de type B(M) et de type C

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<p><b>(iii) Calcul</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Voir points 1. et 2. de (ii).</li> <li>2. Les calculs devraient être utilisés uniquement avec des modèles de calcul vérifiés et validés. Il est recommandé de prouver que les paramètres d'entrée (lois de comportement des matériaux, valeurs caractéristiques, limites d'applicabilité, etc.) décrivent suffisamment et précisent les problèmes techniques/physiques réels.</li> <li>3. Si des incertitudes demeurent quant aux paramètres d'entrée majeurs (par exemple, lois de comportement des matériaux), des calculs conservatifs considérant le domaine de variation possible des propriétés des matériaux devraient être effectués afin d'évaluer le respect des critères techniques (par exemple, contraintes, déformations, températures).</li> <li>4. Toutes les données utilisées (lois de comportement des matériaux, conditions limites, hypothèses de chargement, etc.) et tous les résultats de calcul devraient être documentés en détail et de manière compréhensible.</li> </ol>
<p><b>2.2.2</b></p>	<p>À respecter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise en compte de l'ensoleillement sur une période de 12 heures selon le paragraphe 655 du règlement TS-R-1. La moyenne sur 24 heures ne devrait pas être acceptée.</li> <li>• Prise en compte de la présence de systèmes de protection susceptibles d'entraver la dissipation thermique en conditions normales de transport : bâches, abris, écrans supplémentaires, suremballages (conteneurs, caissons, etc.), le cas échéant.</li> <li>• Justification des hypothèses simplificatrices utilisées pour le calcul en conditions normales et accidentelles de transport (par exemple, l'absence de tourillons).</li> <li>• Le <i>modèle de colis</i> en conditions accidentelles de transport devrait être analysé dans la position la plus pénalisante (horizontale ou verticale).</li> <li>• L'ensoleillement avant et après l'épreuve thermique devrait être pris en compte conformément au règlement TS-R-1, paragraphe 728.</li> <li>• L'absorptivité de la surface externe du colis ne devrait pas être inférieure à 0,8, sauf justification supplémentaire (voir paragraphe 728(a)), pendant et après l'épreuve thermique pour rendre compte des dépôts sur la surface du colis. De même, l'absorptivité ne devrait pas être inférieure à la valeur maximale possible de l'émissivité en conditions de transport de routine.</li> <li>• L'évaluation des températures minimales/maximales des divers composants du <i>modèle de colis</i> devrait prendre en compte toutes les positions possibles des contenus radioactifs.</li> <li>• Le profil de puissance thermique selon la distribution du taux de combustion dans les combustibles irradiés devrait être pris en compte dans les analyses thermiques.</li> </ul>



## Annexe 4 du guide européen PDSR

### Colis de type B(U), de type B(M) et de type C

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorsque l'analyse thermique est basée sur les résultats d'essais, il est recommandé de justifier la réalisation des mesures de température à l'équilibre thermique.</li> <li>• Lorsque l'essai thermique est effectué dans un four et que la combustion de certains composants du colis est observée, la concentration en oxygène présent dans l'environnement du four devrait être vérifiée et conforme à celle obtenue dans un feu d'hydrocarbure. De plus, le contrôle de la puissance thermique du four devrait être examiné de façon approfondie.</li> <li>• L'influence des matériaux combustibles qui génèrent un apport de chaleur supplémentaire et qui ont un impact sur la durée du feu devrait être prise en compte dans les analyses de sûreté.</li> <li>• Les marges de sécurité sur les résultats de température obtenus à l'aide de la modélisation numérique devraient être en rapport avec l'incertitude associée au modèle numérique.</li> <li>• L'analyse de l'influence des dispositifs figurant au point 1.4 (m) en conditions de feu sur les performances du colis, le cas échéant.</li> <li>• La démonstration du fait que le volume disponible dans les gorges de joint permet la dilatation thermique du joint en conditions normales et accidentelles de transport, sauf justification appropriée apportée.</li> </ul>
<p><b>2.2.3</b></p>	<p>À respecter</p> <p>L'évaluation technique devrait démontrer la conformité avec le critère de relâchement en conditions normales et accidentelles de transport. La prise en compte de tous les relâchements possibles, sous la forme de gaz, de liquides, de solides ou d'aérosols, par des fuites ou par perméation devrait être incluse.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions accidentelles de transport : la résistance mécanique des assemblages de combustibles irradiés par rapport à la pression interne devrait être évaluée. Le risque de rupture dû au fluage des gaines sous l'effet de la pression interne devrait être évalué, en prenant en compte les propriétés mécaniques des gaines pour les conditions de température en conditions normales de transport et pour le taux de combustion des assemblages de combustibles irradiés, en combinaison à l'essai de chute libre.</li> <li>• L'analyse de l'état des assemblages combustibles irradiés en conditions accidentelles de transport (risque de fissuration ou de rupture des gaines des crayons combustibles au niveau des extrémités) devrait être incluse si nécessaire à des fins de démonstration de sûreté.</li> <li>• Justification du pourcentage de relâchement de gaz de fission hors de la matière combustible.</li> <li>• La présence de débris et d'aérosols dans la cavité de l'emballage contenant les combustibles irradiés dans le cas d'une rupture complète avec cisaillement des gaines devrait être considérée.</li> </ul>



## Annexe 4 du guide européen PDSR

### Colis de type B(U), de type B(M) et de type C

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La formation d'aérosols pour les contenus constitués de matières en poudre devrait être considérée en conditions accidentelles de transport.</li> <li>• Le comportement à long terme du matériau du joint devrait être considéré.</li> <li>• Une réduction de la pression ambiante à 60 kPa devrait être considérée pour l'évaluation du relâchement d'activité.</li> </ul>
2.2.4	<p>À respecter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La conformité avec les limites de débit de dose en conditions de transport de routine, normales et accidentelles devrait être démontrée pour le <i>contenu radioactif</i> maximal ou un contenu qui créerait des débits de dose maximum à la surface du <i>colis</i> et à des distances définies dans les réglementations (paragraphe 530 à 532, 646(b), 657(b)(i) ou 669(b) selon le cas).</li> <li>• L'analyse des débits de dose devrait être effectuée de manière à ce que, en particulier, la surface du <i>colis</i> ayant des débits de dose maximum soit identifiée et analysée comme, par exemple, les zones de tourillons, les zones contenant des jeux qui entraînent des « fuites de rayonnement » et d'autres zones où les débits de dose sont susceptibles d'être augmentés par conception, pièces de protection d'épaisseur réduite (points faibles de protection contre les rayonnements).</li> <li>• Sur la base de l'analyse des débits de dose, les contenus radioactifs maximums du modèle de colis devraient être justifiés par divers paramètres et méthodes comme, par exemple, les valeurs d'activité spécifique des nucléides, les termes source spécifiques aux nucléides pour les émetteurs gamma et neutron et autres selon le cas.</li> <li>• Si des mesures sont réalisées pour démontrer la conformité avec les limites de débit de dose, alors des sources de rayonnement représentatives devraient être choisies ainsi que des techniques de mesure de débit de dose étalonnées appropriées, utilisées pour le rayonnement gamma et neutronique, selon le cas.</li> <li>• Toutes les méthodes de calcul utilisées dans le cadre de l'analyse du débit de dose devraient être qualifiées et validées pour les conditions spécifiques du modèle de colis auxquelles elles s'appliquent. Les calculs du débit de dose devraient prendre en compte les recommandations actuelles de la CIPR.</li> <li>• Les zones prévues de pics de débits de dose à contrôler avant expédition devraient être précisées.</li> <li>• Des preuves devraient être fournies afin de démontrer le maintien des sources dans leur position de stockage dans les irradiateurs (dans les conditions des séquences d'essais de chute), le cas échéant.</li> <li>• La fusion locale des matériaux assurant une protection contre les rayonnements en conditions de feu devrait être considérée, le cas échéant, en prenant en compte les effets de la barre (poinçon) ou la démonstration du fait que cette fusion est limitée au volume qui est compatible avec les critères de débit de dose</li> </ul>





## Annexe 4 du guide européen PDSR

### **Colis de type B(U), de type B(M) et de type C**

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

Pour les colis conçus pour contenir de la matière fissile (non exceptée), voir en outre l'annexe 5.

Pour les colis conçus pour contenir au moins 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, voir en outre l'annexe 6.

	<p>réglementaires en conditions accidentelles de transport.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une justification de la hauteur de consolidation du plomb (tassement) après l'épreuve de chute de 9 m en prenant en compte la température du plomb en conditions normales de transport devrait être fournie, le cas échéant.</li> <li>• Évaluation des risques associés aux phénomènes de ségrégation (par exemple, la précipitation de sels en solution).</li> <li>• Justification de l'absence de perte de protection contre les rayonnements qui aurait pour conséquence une augmentation de plus de 20 % du débit de dose maximal en conditions normales de transport.</li> </ul>
2.2.5	Le cas échéant, voir également l'annexe 5.



## Annexe 5 du guide européen PDSR

**Recommandations additionnelles pour les *colis* contenant des *matières fissiles***

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

Elles s'appliquent en supplément à celles qui sont spécifiques au type de colis défini par les propriétés radioactives des contenus, voir les annexes 2 à 4 et 6.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

<b>Partie 1</b>	
<b>1.2</b>	<p>À respecter.</p> <p>1.2(e) – En cas de transport par avion, les exigences relatives au comportement dans les conditions des épreuves des paragraphes 680 (a) et (b) du règlement TS-R-1, devraient être présentées pour un seul <i>colis</i>.</p>
<b>1.3</b>	<p>1.3(c) et (i) – La sûreté-criticité peut être très sensible à la présence et l'agencement géométrique des matières fissiles (par exemple, la possibilité et la taille des agencements en réseaux), des modérateurs (eau, graphite, béryllium et autres éléments légers) et des réflecteurs. Cela devrait être pris en compte dans la description des contenus (autorisés et non autorisés).</p> <p>1.3(g) – À respecter.</p> <p>Décrire également les quantités de nucléides pouvant soutenir une réaction en chaîne et n'étant pas définies comme des matières fissiles : si certains actinides peuvent être présents en quantité ou concentration suffisante pour augmenter le facteur de multiplication de neutrons, leur concentration et/ou leur quantité devraient être définies.</p> <p>Toutes les variantes de contenus devraient être définies.</p>
<b>1.4</b>	<p>1.4(g) à respecter</p> <p>Concernant la description du système d'isolement, il est recommandé de confirmer s'il existe un risque de vidange différentielle des volumes internes pendant la préparation du colis en cas d'incident ou d'accident.</p>
<b>1.5</b>	<p>À respecter</p> <p>Toutes les hypothèses sur l'état du colis utilisées dans l'évaluation de sûreté-criticité en conditions normales et accidentelles de transport devraient être énumérées et correctement justifiées. L'état des composants du système d'isolement en conditions normales et accidentelles devrait être déduit de la conception et du comportement du colis dans ces conditions d'épreuve. Dans le cas contraire, il est recommandé de prendre en compte des hypothèses conservatives et de démontrer ce caractère conservatif.</p> <p>La plupart du temps, les conditions d'épreuve conduisant à un dommage maximal en termes de relâchement d'activité ou d'augmentation du débit de dose n'aboutissent pas à une multiplication maximale des neutrons. Par conséquent, pour l'évaluation de sûreté-criticité, il peut être nécessaire de prendre en compte des conditions d'épreuve différentes. Pour tout paramètre non justifié, la valeur conduisant à la multiplication maximale des neutrons devrait être identifiée et utilisée dans l'évaluation de sûreté-criticité. Dans le cas où un remplissage complet ou partiel des cavités en eau est important pour la sûreté-criticité, les états de remplissage considérés et ceux exclus de l'évaluation devraient être décrits et correctement justifiés.</p>



## Annexe 5 du guide européen PDSR

**Recommandations additionnelles pour les *colis* contenant des *matières fissiles***

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

Elles s'appliquent en supplément à celles qui sont spécifiques au type de colis défini par les propriétés radioactives des contenus, voir les annexes 2 à 4 et 6.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

<b>1.6</b>	À respecter Les paragraphes appropriés, comme indiqué dans le tableau 1 pour les colis contenant des matières fissiles, devraient être examinés.
<b>1.7</b>	À respecter, en particulier (b). Vérifier la présence de barres d'absorbant neutronique ou la sélection d'aménagements internes intégrant la quantité nécessaire d'absorbant neutronique, le cas échéant.
<b>Partie 2</b>	
<b>2.1</b>	À respecter. Des recommandations utiles sur les évaluations de sûreté-criticité figurent dans l'annexe VII du guide TS-G-1.1 (ST-2) de l'AIEA. Des informations sur l'utilisation du « crédit burn-up » dans les évaluations de sûreté-criticité de combustibles nucléaires épuisés peuvent être trouvées dans les publications du groupe d'experts de NEA WPNCs sur la sûreté-criticité du « crédit burn-up » (voir <a href="http://www.nea.fr/html/science/wpncs/buc/index.html">http://www.nea.fr/html/science/wpncs/buc/index.html</a> ) et des réunions de l'AIEA à ce sujet.
<b>2.2.</b>	2.2.1. 2.2.1(c) et 2.2.1(d) à respecter. Cela inclut la stabilité mécanique de la matière fissile et de toute structure qui est utilisée pour maintenir sa géométrie, si nécessaire pour l'évaluation de sûreté-criticité. D'autres éléments pertinents relatifs à la sûreté-criticité à considérer sont, par exemple, une fuite d'eau à l'intérieur ou à l'extérieur du colis (en totalité ou en partie), le réagencement de la matière fissile et la dégradation de pièges neutroniques. En cas de transport par avion, les exigences en termes de transport aérien des paragraphes 680(a) et (b) du règlement TS-R-1 devraient être présentées pour un colis isolé, alors que pour les réseaux de colis en conditions accidentelles de transport les exigences d'épreuve du paragraphe 682(b) s'appliquent. Les exigences selon le paragraphe 634 devraient être satisfaites. Voir également les remarques du point 1.5.
<b>2.2.</b>	2.2.2(c) et 2.2.2(d) à respecter. Voir également les remarques du point 2.2.1.
<b>2.2.</b>	À respecter. Voir également les remarques des points 1.3, 1.5, 2.1 et 2.2.1. Les éléments types suivants, le cas échéant, devraient être pris en compte dans l'analyse de criticité (cette liste n'est toutefois pas exhaustive) : A) Contenus



Annexe 5 du guide européen PDSR

**Recommandations additionnelles pour les *colis* contenant des *matières fissiles***

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

Elles s'appliquent en supplément à celles qui sont spécifiques au type de colis défini par les propriétés radioactives des contenus, voir les annexes 2 à 4 et 6.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

	<p>i) Les justifications devraient rendre compte de toutes les configurations possibles avec toutes les caractéristiques géométriques et physiques possibles (tolérances dimensionnelles, positions des composants, masse volumique des poudres en conditions normales ou accidentelles).</p> <p>ii) Si des matières dont la concentration en hydrogène est supérieure à celle de l'eau peuvent être présentes dans le colis, la démonstration de la sûreté-criticité devrait prendre en compte ces matières.</p> <p>iii) Si de l'uranium naturel ou appauvri est présent dans le colis, il devrait être pris en compte dans la justification de sûreté-criticité avec les hypothèses appropriées par rapport aux quantités et à la localisation.</p> <p>B) Configurations à analyser</p> <p>i) Considérer les preuves de sous-criticité pour les colis isolés en conditions de transport de routine, normales et accidentelles et les réseaux de colis en conditions normales et accidentelles de transport.</p> <p>ii) Colis où des caractéristiques spéciales ne permettant aucune pénétration de l'eau sont considérées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• concernant les colis isolés, pour lesquels la sous-criticité est démontrée en supposant l'absence de pénétration d'eau, des quantités limitées d'eau devraient néanmoins être considérées, lesquelles correspondent aux quantités qui pénétreraient dans le colis au cours de l'essai d'immersion sous 0,9 m d'eau pendant 8 heures.</li> <li>• Concernant les colis isolés, pour lesquels la sous-criticité est démontrée en considérant la non-pénétration d'eau, le requérant devrait également garantir la sûreté-criticité du colis isolé non endommagé par pénétration d'eau pour couvrir les cas susceptibles de se produire pendant la préparation du colis y compris en cas d'erreur humaine.</li> <li>• Dans le cas d'une pénétration limitée d'eau, des distributions d'eau non homogènes devraient être considérées.</li> </ul> <p>iii) Concernant le transport par avion, le colis isolé endommagé devrait faire l'objet d'une évaluation par rapport aux dommages provenant des épreuves de type C avec une réflexion par 20 cm d'eau, sans aucune pénétration d'eau. En cas d'absence d'une démonstration du comportement mécanique du <i>modèle de colis</i> et du contenu, des configurations enveloppes typiques devraient être considérées, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la matière fissile (sans prendre en compte l'eau provenant de l'extérieur du colis) sous forme sphérique réfléchi par 20 cm d'eau ;</li> </ul>
--	---



Annexe 5 du guide européen PDSR

**Recommandations additionnelles pour les *colis* contenant des *matières fissiles***

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

Elles s'appliquent en supplément à celles qui sont spécifiques au type de colis défini par les propriétés radioactives des contenus, voir les annexes 2 à 4 et 6.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la matière fissile sphérique (sans prendre en compte l'eau provenant de l'extérieur du colis) entourée par les matériaux réflecteurs du colis (acier, plomb, etc.) et réfléchi par 20 cm d'eau ;</li> <li>• la matière fissile mélangée aux matériaux du modérateur de colis, réfléchi par 20 cm d'eau.</li> </ul> <p>iv) En modélisation, tous les éléments des structures en acier ou autres matériaux (aluminium, titane, etc.) susceptibles d'augmenter la multiplication des neutrons devraient être pris en compte.</p> <p>v) Le requérant devrait vérifier la qualification des outils de calcul de criticité et devrait préciser les expériences critiques représentatives de la configuration du transport envisagé. Il convient de porter une attention particulière aux environnements (environnements faiblement modérés, assemblages de combustibles, etc.) pour lesquels la base de qualification n'est pas très étendue et pour lesquels il est souhaitable d'utiliser des modèles de calcul suffisamment conservatifs (hypothèses de calcul) et fournissant des marges afin de compenser le manque de qualification, le cas échéant.</p> <p>vi) Le cas échéant, les justifications devraient prendre en compte toutes les plages possibles de masses et de modérations.</p> <p>vii) Il convient d'étudier, pour certaines configurations pour lesquelles les interactions peuvent être prépondérantes, l'impact des variations de masse volumique du milieu fissile.</p> <p>viii) Considérer les formes hétérogènes des matières fissiles telles que transportées.</p> <p>ix) Pour le combustible épuisé contenant initialement du plutonium, considérer un niveau d'irradiation conservatif qui prend en compte l'évolution possible de la réactivité pendant l'irradiation.</p> <p>C) Dommages à considérer</p> <p>i) L'absence ou l'étendue des dommages subis par la matière fissile en conditions accidentelles de transport devrait provenir d'une analyse structurelle et thermique, selon le cas (voir points 2.2.1 et 2.2.2).</p> <p>ii) L'absence ou l'étendue des dommages subis par les structures internes du colis en conditions accidentelles de transport devrait provenir d'une analyse structurelle et thermique, selon le cas (voir points 2.2.1 et 2.2.2).</p> <p>iii) Tout dommage subi par les matériaux modérateurs en conditions accidentelles devrait être pris en compte.</p>
--	--



<b>Partie 1</b>	
1.1	Voir l'annexe relative au type de colis approprié
1.2	Voir l'annexe relative au type de colis approprié
1.3	À respecter dans sa totalité - sauf (f).  Pour représenter les limites issues de toutes les analyses de la partie 2, certains de ces paramètres peuvent être contradictoires, par exemple les températures et les <i>contenus radioactifs</i> autorisés ainsi que les chaînes de désintégration.
1.4	Voir l'annexe relative au type de colis approprié - sauf (g)
1.5	Voir l'annexe relative au type de colis approprié
1.6	Voir l'annexe relative au type de colis approprié
1.7	Conformité avec le paragraphe 419
1.8	Conformité avec la norme ISO 7195 et le paragraphe 629
1.9	Voir l'annexe relative au type de colis approprié
1.10	À respecter

<b>Partie 2</b>	
2.1	Voir l'annexe relative au type de colis approprié
2.2.1	Conformité avec les paragraphes 630 a) et b)
2.2.2	Conformité avec le paragraphe 630 c)
2.2.3	Voir l'annexe relative au type de colis approprié
2.2.4	Voir l'annexe relative au type de colis approprié
2.2.5	Voir l'annexe relative au type de colis approprié



Annexe 5 du guide européen PDSR

**Recommandations additionnelles pour les *colis* contenant des *matières fissiles***

Recommandations supplémentaires spécifiques relatives aux informations à fournir selon les parties 1 et 2 du dossier de sûreté du modèle de colis.

Elles s'appliquent en supplément à celles qui sont spécifiques au type de colis défini par les propriétés radioactives des contenus, voir les annexes 2 à 4 et 6.

D'autres recommandations figurent dans le guide TS-G-1.1.







**Annexe 3 du guide du requérant :**

**Canevas pour l'élaboration d'un projet de certificat**



**CERTIFICAT D'AGREMENT  
D'UN MODELE DE COLIS**

**Cote (indice)  
page 1/3**

[Autres titres :

- Certificat d'approbation d'expédition ;
- Certificat d'approbation d'expédition sous arrangement spécial ;
- Certificat d'agrément et d'approbation d'expédition d'un modèle de colis ;
- Certificat de validation d'agrément d'un modèle de colis ;
- Certificat de validation d'agrément et d'approbation d'expédition d'un modèle de colis ;
- Certificat d'agrément de matière radioactive sous forme spéciale ;
- Certificat d'agrément de matière radioactive faiblement dispersable.]

L'Autorité Compétente Française,

Vu la demande présentée par la société **[société requérante]** par lettre [référence et date de la lettre de demande] ;

Vu le dossier de sûreté [référence et date du dossier de sûreté],

[Sauf arrangement spécial] Certifie que le modèle de colis constitué par l'emballage **[nom usuel de l'emballage]** décrit ci-après dans l'annexe 0 à l'indice [indice de l'annexe] et :

- chargé
  - de [description sommaire du premier contenu], tels que décrits en annexe [numéro de l'annexe] à l'indice [indice de l'annexe] ;
  - ou de [description sommaire du deuxième contenu], tels que décrits en annexe [numéro de l'annexe] à l'indice [indice de l'annexe] ;
  - etc...
  - ou de [description sommaire du dernier contenu], tels que décrits en annexe [numéro de l'annexe] à l'indice [indice de l'annexe],

est conforme en tant que modèle de colis de type [type : IP-1, IP-2, IP-3, A, B(U), B(M), C] [le cas échéant] chargé de matières fissiles ;

- [le cas échéant] vidé, contaminé ou non, muni ou non de ses aménagements internes, est conforme en tant que modèle de colis de type [type du colis],

aux prescriptions des règlements, accords ou recommandations ci-après énumérés :

[Arrangement spécial] Autorise les transports de l'emballage **[nom usuel de l'emballage]** chargé de [description sommaire du contenu], dans les conditions définies dans l'annexe 0 ci-jointe, conformément aux prescriptions des règlements, accords ou recommandations ci-après énumérés :

*[Effacer ceux qui ne sont pas applicables :]*

- règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection sécurité n°6, édition de 1973 (amendée) ;
- règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection sécurité n°6, édition de 1985 (revue en 1990) ;
- règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection normes de sûreté, N°TS-R-1, édition de 1996 (amendée en 2003) ;
- règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection normes de sûreté, N°TS-R-1, édition de 2005 ;
- accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR) ;
- règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID) ;
- règlement pour le transport des matières dangereuses sur le Rhin (ADNR) ;
- code maritime international des marchandises dangereuses (code IMDG de l'OMI) ;
- instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses (IT de l'OACI) ;
- arrêté du 1er juin 2001 modifié relatif au transport des marchandises dangereuses par route (arrêté ADR) ;
- arrêté du 5 juin 2001 modifié relatif au transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (arrêté RID) ;
- arrêté du 5 décembre 2002 modifié relatif au transport des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure (arrêté ADNR) ;
- arrêté du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires, division 411 du règlement annexé (arrêté RSN) ;
- arrêté du 12 mai 1997 modifié relatif aux conditions techniques d'exploitation d'avions par une entreprise de transport aérien public (arrêté OPS1).

*[Validation]* La présente décision est la validation du certificat *[origine du certificat : allemand, britannique, ...]* *[cote complète du certificat validé, révision comprise]* joint en annexe 1 à l'indice *[indice de l'annexe]* et dont la traduction française est jointe en annexe 2 à l'indice *[indice de l'annexe]*. Les spécifications complémentaires sont indiquées en annexe 0 à l'indice *[indice de l'annexe]*.

*[Approbation d'expédition]* La présente décision contient l'approbation des modalités d'expédition en annexe t à l'indice *[indice de l'annexe]*.

*[Arrangement spécial]* Toutes les exigences du certificat *[cote du certificat étranger]*, joint en annexe 1 et dont la traduction française est jointe en annexe 2, non contradictoires avec les exigences de l'annexe 0 doivent être respectées.

Le présent certificat ne dispense pas l'expéditeur d'observer les prescriptions établies par les autorités des pays à travers ou vers le territoire desquels le colis sera transporté.

La validité du présent certificat expire le : ***[A compléter par l'ASN]***

Numéro d'enregistrement : ***[A compléter par l'ASN]***

Paris, le ***[A compléter par l'ASN]***



## RECAPITULATIF DES EMISSIONS DU CERTIFICAT

*[A remplir en prenant en compte l'historique des agréments. Non applicable pour les certificats d'approbation d'expédition sous arrangement spécial.]*

émission	expiration	type d'émission et modifications apportées	autorité	cote du certificat	indice de révision							
					corps	t	0	1	2	3	4	5
		Nouvel agrément	ASN		Aa	-	a	a	-	-	-	-
		Prorogation	ASN		Bb	-	b	b	-	-	-	-
		Extension aux contenus n° 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8	ASN		Bc	-	b	-	c	c	c	c
		Prorogation	ASN		Cd	-	c	d	d	d	d	d

*[Le cas échéant, s'il y a plus de 5 annexes prolonger le tableau comme suit :]*

indice de révision																																	
corps	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34				
Aa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bc	c	c	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cd	d	d	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			



## ANNEXE t MODALITES D'EXPEDITION

*Dans le cas d'une approbation d'expédition*

Contenus concernés : [numéros des contenus concernés et restrictions éventuelles]

Restrictions quant au mode de transport :

Limitations de la température ambiante admissible :

Aucun transport ne sera effectué si la température ambiante prévue risque d'être inférieure à [température minimale admissible] sur l'itinéraire au moment du passage ou de l'entreposage du colis chargé. La preuve de la conformité à cette mesure sera constituée par un bulletin météorologique pour le parcours à réaliser.

Limitation de la durée de transport :

Afin de limiter la production de gaz inflammables dans la cavité de l'emballage, le temps prévu pour le transport, compté à partir du moment de la fermeture de l'enceinte de confinement de l'emballage, ne doit pas dépasser [durée maximale admissible]. A l'issue des [durée maximale admissible], il est admis une période complémentaire de [aléas] pour tenir compte d'aléas. L'expéditeur devra alors prendre les dispositions nécessaires pour que la durée totale de transport, comptée à partir de la fermeture de l'enveloppe de confinement, ne dépasse pas [durée maximale admissible + aléas].

Instructions d'itinéraire :

Dispositions spéciales pour l'arrimage :

Opérations spéciales pour la manutention :

Opérations spéciales pour le chargement et le déchargement :

Distances de séparation entre les lots de colis :

Mesures à prendre en cas d'urgence :



## ANNEXE 0 EMBALLAGE [NOM USUEL DE L'EMBALLAGE]

### *Cas général*

#### 1. DEFINITION DE L'EMBALLAGE

L'emballage est conçu, fabriqué, inspecté, testé, maintenu et utilisé en conformité avec le dossier de sûreté [références du dossier de sûreté].

L'emballage, de [forme générale cylindrique, forme générale cubique, etc.], est présenté sur la figure 0.1.

Le plan de concept de l'emballage est [références du plan de concept].

Les dimensions extérieures hors tout de l'emballage sont :

- longueur : [à préciser] mm ;
- diamètre externe : [à préciser] mm.

La masse maximale admissible de l'emballage chargé en transport est de [à préciser] kg.

L'emballage est constitué des principaux sous-ensembles précisés ci-après.

##### 1.1 Corps

[Description succincte des viroles, fond, bride.]

##### Systeme de fermeture

[Description succincte du couvercle]

##### 1.3 Systemes amortisseurs

[Description succincte des systemes amortisseurs]

##### 1.4 Elements de manutention et arrimage

[Description succincte des tourillons, oreilles, etc.]

##### 1.5 Fonctions de sûreté

Les principales fonctions de sûreté et principaux éléments importants pour la sûreté sont :

- **le confinement** assuré par l'enceinte de confinement de l'emballage constituée par [mention de chaque élément de l'enceinte de confinement, en spécifiant les matériaux, avec tous les orifices, leurs joints (nature des joints), et leurs assemblages (vis) ; les éléments déjà donnés plus haut ne sont pas à répéter] ;
- **la protection radiologique** assurée par [couches de protection neutron et gamma] ;
- **sûreté criticité** assurée par le système d'isolement qui est composé des éléments décrits dans les annexes de contenus et de [énumération des composants de l'emballage faisant partie du système d'isolement et description succincte] ;
- **la dissipation de la puissance interne** assurée par [description : ailettes, etc] ;
- **la protection contre les chocs** assurée par [mention ou description] ;
- **la protection contre l'incendie** assurée par [description].



## 2. MESURES QUE L'EXPEDITEUR DOIT PRENDRE AVANT L'EXPEDITION DU COLIS

L'emballage doit être utilisé suivant des procédures conformes aux instructions d'utilisation du chapitre [références du chapitre] du dossier de sûreté.

## 3. PROGRAMME D'ENTRETIEN

L'entretien de l'emballage est décrit au chapitre [références du chapitre] du dossier de sûreté.

## 4. NOTIFICATION ET ENREGISTREMENT DES NUMÉROS DE SÉRIE

Toute mise hors d'usage ou changement de propriétaire d'un emballage devra être porté à la connaissance des autorités compétentes. A cet effet, le propriétaire qui se dessaisit d'un emballage transmettra le nom du nouvel acquéreur.

## 5. ASSURANCE DE MA QUALITE

Les principes d'assurance de la qualité à appliquer lors de la conception, la fabrication, l'inspection, les essais, la maintenance et l'utilisation du colis doivent être conformes à ceux décrits dans le chapitre [références du chapitre] du dossier de sûreté.

## 6. PRESCRIPTION COMPLEMENTAIRE EN CAS DE TRANSPORT CONFINE

Lorsque les colis sont transportés dans un moyen de transport confiné (véhicule bâché, caisson de transport, canopy) la dissipation de la chaleur est susceptible d'être modifiée.

*[si le dossier de sûreté ne donne pas les éléments nécessaires]* Le transport en moyen de transport confiné n'est pas autorisé, sauf autorisation expresse de l'Autorité compétente.

*[ou, si le dossier de sûreté donne les éléments nécessaires]* Le transport en moyen de transport confiné est autorisé sous réserve de l'ajustement des puissances thermiques tel qu'indiqué dans la description des contenus.

*[ou, si le dossier de sûreté donne les éléments nécessaires]* Le transport en moyen de transport confiné est autorisé sous réserve de la démonstration par l'expéditeur, à partir d'une mesure de température sur [un composant de référence accessible à la mesure] que la température maximale [des composants sensibles de l'emballage] reste inférieure à [température maximale admissible]°C en prenant en compte les conditions d'ambiance réglementaires et la puissance réelle du contenu après instauration de l'équilibre thermique. (La température à mesurer doit être celle d'une surface accessible. La température limite mesurée sur la surface accessible doit garantir que la température maximale admissible des composants sensibles du colis n'est pas dépassée avec les conditions d'ensoleillement réglementaires).

## 7. [LE CAS ECHEANT] RAISONS DE L'APPROBATION MULTILATERALE

*[le cas échéant]* Le modèle de colis n'est pas conçu pour des températures ambiantes inférieures à [température minimale]°C.

*[le cas échéant]* Le modèle de colis n'est pas conçu pour des trajets excédant [durée maximale] à compter de la date de fermeture de l'enceinte de confinement.

*[le cas échéant]* La pression d'utilisation normale du colis est de [pression en kPa si cette pression est supérieure à 700kPa].



**FIGURE 0.1**  
**SCHÉMA DE L'EMBALLAGE**

*[schéma indiquant les principaux composants  
si possible 3D éclaté avec les dimensions les plus importantes reportées]*





## ANNEXE 0

### CAS D'UNE APPROBATION D'EXPÉDITION SOUS ARRANGEMENT SPECIAL

#### 1. RAISONS JUSTIFIANT L'ARRANGEMENT SPECIAL

*[Lister les raisons justifiant l'arrangement spécial]*

#### 2. CONDITIONS DE TRANSPORT AUTORISEES

##### 2.1 Intervenants

Expéditeur (ou destinataire retour) : *[noms et adresses]*

Destinataire (ou expéditeur retour) : *[noms et adresses]*

Transporteurs : *[noms et adresses]*

##### 2.2 Modalités

Moyen de transport :

Itinéraire :

Nombre maximum de transport(s) :

Notification préalable :

Étiquetage :

#### 3. DEFINITION DE L'EMBALLAGE

L'emballage est conçu, fabriqué, inspecté, testé, maintenu et utilisé en conformité avec le dossier de sûreté *[références du dossier de sûreté]*.

L'emballage, de *[forme générale cylindrique, forme générale cubique, etc.]*, est présenté sur la figure *[numéro de la figure]*.

Le plan de concept de l'emballage est *[références du plan de concept]*.

Les dimensions extérieures hors tout de l'emballage sont :

– longueur : *[à préciser]* mm ;

– diamètre externe : *[à préciser]* mm.

La masse maximale admissible de l'emballage chargé en transport est de *[à préciser]* kg.

L'emballage est constitué des principaux sous-ensembles précisés ci-après.

##### 3.1 Corps

*[Description des viroles, fond, bride]*

##### 3.2 Système de fermeture

*[Description du couvercle]*

##### 3.3 Systèmes amortisseurs

*[Description des systèmes amortisseurs]*



### 3.4 Éléments de manutention et arrimage

[Description des tourillons, oreilles, etc.]

### 3.5 Fonctions de sûreté

Les principales fonctions de sûreté et principaux éléments importants pour la sûreté sont :

- le **confinement** assuré par l'enceinte de confinement de l'emballage constituée par [description de chaque élément de l'enceinte de confinement, en spécifiant les matériaux, avec tous les orifices, leurs joints (nature des joints), et leurs assemblages (vis)] ;
- la **protection radiologique** assurée par [description des couches de protection neutron et gamma] ;
- la **sûreté criticité** assurée par le système d'isolement qui est composé de [énumération des composants de l'emballage faisant partie du système d'isolement et description succincte (épaisseurs matériaux)] ;
- la **dissipation de la puissance interne** assurée par [description : ailettes, etc.] ;
- la **protection contre les chocs** assurée par [mention ou description] ;
- la **protection contre l'incendie** assurée par [description].

## 4 DEFINITION DU CONTENU

### 5 [LE CAS ECHEANT] ETUDE DE CRITICITE

Elle fait l'objet du chapitre [à préciser] du dossier de sûreté [référence du dossier de sûreté (peut être différent de celle de l'annexe 0)].

Le système d'isolement considéré est [définition du système d'isolement lié au contenu].

Indice de sûreté-criticité (CSI) : [à préciser].

Caractéristiques spéciales qui permettent de supposer l'absence d'eau dans certains espaces vides pour l'évaluation de la criticité : [à préciser].

Températures ambiantes pour lesquelles le modèle de colis a été agréé : [à préciser].

## 6 MESURES QUE DOIT PRENDRE L'EXPÉDITEUR AVANT EXPÉDITION

### 7 MESURES COMPENSATOIRES

### 8 MARQUAGE

Tout emballage circulant sous couvert de ce certificat devra porter sur la surface externe, de manière lisible et durable :

- sa masse brute admissible [masse brute admissible] ;
- la cote [indiquer la cote] ;
- l'identification de l'expéditeur et du destinataire ;
- le numéro de l'Organisation des Nations Unies (numéro ONU) précédé des lettres « UN », et la désignation officielle de transport.

[la cote et le numéro ONU seront celui du pays d'origine du modèle de colis et devront être utilisés par les pays de départ, traversés et d'arrivée. Le numéro UF<sub>6</sub> prévaut le cas échéant.]



## 9 ASSURANCE DE LA QUALITE

Les principes d'assurance de la qualité à appliquer lors de la conception, la fabrication, l'inspection, les essais, la maintenance et l'utilisation du colis doivent être conformes à ceux décrits dans le chapitre *[références du chapitre]* du dossier de sûreté.



ANNEXE [numéro de l'annexe]  
ASSEMBLAGES COMBUSTIBLES REP, REB OU MOX NEUFS OU IRRADIÉS, DANS UN PANIER  
TYPE...

COMBUSTIBLES TRIGA DANS UN PANIER TYPE...

ASSEMBLAGES DE PLAQUES DANS UN PANIER TYPE...

CRAYONS DANS UN PANIER TYPE...

Le dossier de sûreté justifiant ce contenu est [références du dossier de sûreté].

1. DEFINITION DU CONTENU AUTORISE

Le contenu radioactif autorisé, décrit au chapitre [numéro du chapitre] du dossier de sûreté, est constitué d'assemblages combustibles irradiés, issus des réacteurs à eau [sous pression ou bouillante], tels que décrits ci-après [lorsque la rubrique est pertinente] :

<p><b>Caractéristiques des assemblages avant irradiation :</b> Type de réseau Pas nominal du réseau (mm) Masse totale maximale de l'assemblage avec ou sans grappe (kg) Masse maximale de métal lourd par assemblage (kg) Longueur active maximale (mm) Position nominale de la longueur active par rapport : - à l'extrémité haute de l'assemblage avec ou sans grappe (mm) - au plan de dépose de l'assemblage (mm) Nombre maximal de crayons combustibles</p>	
<p><b>Caractéristiques des crayons combustibles avant irradiation :</b> Gaine : - épaisseur minimale (mm) - diamètre extérieur minimal (mm) Pastilles : - diamètre maximal (mm) - densité maximale de l'oxyde - enrichissement initial maximal (<math>^{235}\text{U}/\text{U}_{\text{total}}</math>) (%)</p>	
<p><b>Caractéristiques des assemblages après irradiation :</b> Taux de combustion moyen maximal (<math>\text{MW}_j/\text{tU}</math>) Puissance thermique maximale par assemblage (W) : - emballage équipé de joints [nature des joints] - emballage équipé de joints [nature des joints] Durée de refroidissement minimale (jours)</p>	

Activité maximale : [à préciser] Bq

Etat physique : [à préciser]

Forme chimique : [à préciser]

Forme spéciale : [à préciser]



## 2. CONDITIONS DE CHARGEMENT

[Il s'agit d'exemples, notamment pour les valeurs numériques] Tous les assemblages d'un chargement doivent vérifier une seule et même condition parmi celles définies dans le tableau ci-dessous, à savoir : même enrichissement initial maximal, même nombre minimal de crayons par assemblage et même taux de combustion minimal.

Type d'assemblage	Nombre maximal d'assemblages autorisé au chargement	Enrichissement initial maximal par crayon de chaque assemblage du chargement ( $^{235}\text{U}/\text{U}_{\text{total}}$ )	Nombre minimal de crayons de chaque assemblage du chargement <sup>(2)</sup>	Taux de combustion minimal à garantir pour chaque assemblage du chargement ( $\text{MW}_j/\text{tU}$ ) <sup>(1)</sup>

- (1) Le taux de combustion considéré ici est le taux de combustion moyenné sur les 50 cm d'extrémités de la partie active de chaque assemblage du chargement.
- (2) Les assemblages peuvent être équipés de barres en acier (ou Zy) contenant éventuellement un poison neutronique. On entend par l'appellation « nombre de crayons par assemblage » le nombre total de crayons combustibles et de barres en acier (ou Zy).
- (3) Pour ces chargements, un des logements centraux (numéro 4, 5, 8 ou 9 sur la figure 1.1) sera condamné par un masque tel que décrit au paragraphe 2.2.
- (4) Pour ces chargements, l'exploitant nucléaire du réacteur doit garantir qu'un cycle normal d'irradiation entraîne un taux de combustion moyen sur les 50 cm d'extrémité de la partie active supérieur ou égal à ----  $\text{MW}_j/\text{tU}$ , et que les assemblages à transporter ont subi au moins un cycle d'irradiation. L'état irradié de chaque assemblage doit être contrôlé en piscine au moment du chargement dans l'emballage.
- (5) Pour ces chargements, une mesure du taux de combustion est imposée pour chaque assemblage avant le chargement. Cette mesure doit être effectuée sur les 50 cm d'extrémités de la partie active et la moyenne de taux de combustion sur les 50 cm d'extrémités doit être supérieure à la limite requise pour la composition du chargement prévu. La concordance de la mesure avec les données de la fiche d'exploitation du combustible doit être vérifiée.

[Le cas échéant] Le mélange d'assemblages ... n'est pas autorisé au sein d'un même chargement.

[Le cas échéant] Les assemblages peuvent être transportés avec ou sans grappe de contrôle et doivent être non encapsulés.

[Le cas échéant] Tous les assemblages du chargement, sauf un, peuvent être remplacés par des squelettes d'assemblages (assemblages ne possédant aucun crayon combustible) du même type, ou par des étuis ou des carquois contenant des déchets activés (ne possédant aucune matière fissile ni aucune matière hydrogénée). Les caractéristiques de ces déchets métalliques, détaillées dans le chapitre [à préciser] du dossier de sûreté, sont rappelées dans le tableau ci-après :

Caractéristiques	Etuis / Carquois
– longueur totale maximale avec ou sans cale de pied (mm)	
– côté de la section droite nominale (mm)	
– masse linéique sur la paroi du logement (kg/m)	



[Le cas échéant] Pour le cas de l'emballage équipé de joints élastomères fluorocarbonés type FKM, la puissance thermique chargée par secteur de panier délimité par la croix centrale doit être au minimum de -- W. Le taux de combustion et la durée de refroidissement des assemblages à transporter devront être tels que la puissance résiduelle maximale autorisée et les limites admissibles de débit de dose autour du colis ne soient pas dépassées.

[Le cas échéant] Avant chargement, l'absence de crayons ruptés devra avoir été vérifiée sur tous les assemblages du chargement prévu.

[Le cas échéant] La présence de matériaux plus hydrogénés que l'eau dans l'emballage n'est pas autorisée.

[Pour les REB et les MOX, le type des assemblages avec une cartographie type.  
Pour les REB, l'indication de la localisation des trous d'eau]

[Le cas échéant] Description succincte des capsules ou des boîtes, matériau, épaisseur

### 3. AMENAGEMENTS INTERNES

Les aménagements internes sont décrits au chapitre [à préciser] du dossier de sûreté.

#### 3.1 Panier, casier

Le panier [à préciser] constitué de [à préciser] logements de section carrée, de section utile [à préciser] mm<sup>2</sup>.  
[Description succincte, matériau]

Ce panier est représenté sur la figure 1.1. [Préciser la référence du plan de concept]

#### 3.2 Verrous, masques de logement

[description succincte, matériau]

[Préciser quand ces verrous ou masques sont obligatoires. Préciser s'ils sont retirés ou non lors du transport.]

[Préciser la référence du plan de concept.]

#### 3.3 Cales

[Description succincte, matériau]

[Préciser la référence du plan de concept]

Les assemblages doivent être disposés sur une cale de pied, telle que décrite sur le schéma de principe du chapitre [numéro du chapitre] du dossier de sûreté, dans chacun des logements du panier, dont la hauteur est telle que les conditions suivantes soient respectées :

- longueur totale des assemblages après irradiation (avec ou sans grappe de contrôle) avec leur cale de pied (mm)
- position nominale de l'extrémité inférieure de la longueur active des assemblages par rapport au plan de dépose des cales de pied (mm)
- hauteur minimale des cales de pied (mm)



[Le cas échéant] Les squelettes d'assemblages et les étuis et carquois contenant des déchets activés peuvent être disposés sur une cale de pied, telle que décrite sur le schéma de principe du chapitre [numéro du chapitre] du dossier de sûreté, dans chacun des logements du panier, et dans ce cas, la condition suivante doit être respectée :

– longueur totale des étuis et carquois avec leur cale de pied (mm)	
---	--

### 3.4 [le cas échéant, assemblages neufs] Housses

Les assemblages combustibles peuvent/doivent être conditionnés dans une housse en [matériau].

[Le cas échéant, préciser la masse maximale de la housse, son matériau, une spécification d'approvisionnement]

## 4. ETUDE DE CRITICITE

Elle fait l'objet du chapitre [à préciser] du dossier de sûreté [référence du dossier de sûreté (peut être différent de celle de l'annexe 0)].

Le système d'isolement considéré est [définition du système d'isolement lié au contenu].

Indice de sûreté-criticité (CSI) : [à préciser].

Caractéristiques spéciales qui permettent de supposer l'absence d'eau dans certains espaces vides pour l'évaluation de la criticité : [à préciser].

Températures ambiantes pour lesquelles le modèle de colis a été agréé : [à préciser].



**FIGURE [numéro de l'annexe].1**  
**SCHEMA DU PANIER**





*[le cas échéant (combustible plaque)]*  
**SCHEMA DU COMBUSTIBLE**

*[Si les plaques de rive sont utilisées dans la démonstration de sûreté-criticité, description et schéma]*



**ANNEXE [numéro de l'annexe]**  
*[irradiateur ou conteneur dans une coque de transport]*  
**IRRADIATEUR TYPE ... OU CONTENEUR TYPE ...**

Le dossier de sûreté justifiant ce contenu est *[références du dossier de sûreté]* (à rappeler dans tous les cas).

*Présentation sommaire de l'ensemble « irradiateur + matières (forme spéciale ou pas) et définition des termes spécifiques au contenu (cibles, etc.).*

- 1. DESCRIPTION DE L'IRRADIATEUR**
- 2. CARACTERISTIQUES DE LA MATIERE**
- 3. DESCRIPTION DU PANIER / PORTE-SOURCES**
- 4. PRESCRIPTIONS AVANT TRANSPORT**

**4.1 Chargement de la matière dans l'irradiateur**

*Rappeler la référence de la procédure*

**4.2 Avant le chargement de l'irradiateur dans le coque**

*Rappeler la référence de la procédure*

**4.3 Chargement de l'irradiateur dans la coque**

*Rappeler la référence de la procédure*

*Rappeler la référence du calage à utiliser*



**FIGURE [numéro de l'annexe].1**  
**SCHEMA DE L'IRRADIATEUR OU DU CONTENEUR**



**FIGURE [numéro de l'annexe].2**  
**SCHEMA DU PANIER OU DE L'EMPILEMENT DES SOURCES/CIBLES DANS LA CAVITE**



**FIGURE [numéro de l'annexe].3**  
**SCHEMA DU CALAGE DE L'IRRADIATEUR OU DU CONTENEUR DANS LA COQUE**



**ANNEXE [numéro de l'annexe]  
CONTENU N° [numéro du contenu]  
POUDRE**

**1. DEFINITION DU CONTENU AUTORISE**

**1.1 Forme physique :**

*[Oxyde d'uranium, de plutonium ou oxyde mixte en poudre]*

**1.2 Composition isotopique et masse maximale admissible**

*[Enrichissement de l'uranium en U235.*

*Teneur en plutonium et vecteur isotopique enveloppe (criticité) pour le plutonium...*

*Eventuellement, possibilité de transporter d'autres éléments tels que C, CH2, Be, etc..*

*Densité maximale de la poudre]*

**1.3 Puissance calorifique maximale**

Puissance	Watts
Par boîte	<i>[à préciser]</i>
Par colis	<i>[à préciser]</i>

**1.4 Activité maximale**

L'activité maximale de ce contenu est de *[à préciser]* Bq.

**1.5 Masse maximale de poudre**

Ce contenu a une masse totale maximale de *[à préciser]* kg.

**2. CONDITIONNEMENT**

Conteneur principal

Joint

Housse éventuelle *[description succincte, matériau, quantité maximale]*

Conteneurs internes

Les dimensions et les matériaux des aménagements internes sont conformes aux données suivantes :

Aménagement	Dimensions nominales (mm)			Matériau
	$\phi_{int}$	$\phi_{ext}$	h	

$\phi$  : diamètre sur corps

h : hauteur hors tout



### 3. ETUDE DE CRITICITE

Elle fait l'objet du chapitre *[à préciser]* du dossier de sûreté *[référence du dossier de sûreté (peut être différent de celle de l'annexe 0)]*.

Le système d'isolement considéré est *[définition du système d'isolement lié au contenu]*.

Indice de sûreté-criticité (CSI) : *[à préciser]*.

Caractéristiques spéciales qui permettent de supposer l'absence d'eau dans certains espaces vides pour l'évaluation de la criticité : *[à préciser]*.

Températures ambiantes pour lesquelles le modèle de colis a été agréé : *[à préciser]*.



**FIGURE [numéro de l'annexe].1**  
**SCHEMA**





**ANNEXE [numéro de l'annexe]  
CONTENU N° [numéro du contenu]  
HEXAFLUORURE D'URANIUM**

**1. DEFINITION DU CONTENU AUTORISE**

*[Pour le conteneur plein ou les pieds de cuve :]*

Les paramètres essentiels du contenu pour la sûreté sont les suivants :

- Masse d'UF<sub>6</sub> admissible : mini/maxi *[à préciser]* ;
- Enrichissement maximal en <sup>235</sup>U : *[à préciser]* % ;
- Activité spécifique maximale du contenu : *[à préciser]* Bq/g, *[à préciser]* A<sub>2</sub>/g ;
- Autres

*[Pour le conteneur plein :]*

- Pureté minimale de l'UF<sub>6</sub> transporté : *[à préciser]* % (par référence à une norme) ;
- Nature de l'uranium naturel / retraité.

**2. [LE CAS ECHEANT, ENRICHISSEMENT SUPERIEUR A 1%] ETUDE DE CRITICITE**

Elle fait l'objet du chapitre *[à préciser]* du dossier de sûreté *[référence du dossier de sûreté (peut être différent de celles de l'annexe 0)]*.

Le système d'isolement considéré est *[définition du système d'isolement lié au contenu]*.

Indice de sûreté-criticité (CSI) : *[à préciser]*.

Caractéristiques spéciales qui permettent de supposer l'absence d'eau dans certains espaces vides pour l'évaluation de la criticité : *[à préciser]*.

Températures ambiantes pour lesquelles le modèle de colis a été agréé : *[à préciser]*.



**ANNEXE [numéro de l'annexe]  
CONTENU N° [numéro du contenu]  
DECHETS OU TOUT TYPE DE CONTENU NE RENTRANT PAS  
DANS LES CATEGORIES PRECEDENTES**

**1. DEFINITION DU CONTENU AUTORISE**

*[Description du contenu admissible*

*Masse admissible*

*Puissance thermique admissible*

*Quantité totale de métal lourd admissible*

*Référence au type de verre, plâtre... etc. (référence garantissant la composition)*

*Possibilité de présence d'éléments tels que C, Be, CH<sub>2</sub>, etc.*

*Référence renvoyant au procédé de fabrication garantissant l'homogénéité]*

**2. AMENAGEMENTS INTERNES ET CONDITIONNEMENTS**

*Description des aménagements internes.*

**3. [LE CAS ECHEANT] ETUDE DE CRITICITE**

Elle fait l'objet du chapitre *[à préciser]* du dossier de sûreté *[référence du dossier de sûreté (peut être différent de celle de l'annexe 0)]*.

Le système d'isolement considéré est *[définition du système d'isolement lié au contenu]*.

Indice de sûreté-criticité (CSI) : *[à préciser]*.

Caractéristiques spéciales qui permettent de supposer l'absence d'eau dans certains espaces vides pour l'évaluation de la criticité : *[à préciser]*.

Températures ambiantes pour lesquelles le modèle de colis a été agréé : *[à préciser]*.



**FIGURE [numéro de l'annexe].1**  
**SCHÉMA**





6, place du Colonel Bourgoïn

75012 Paris

Téléphone 01 40 19 86 00

Télécopie 01 40 19 86 69

