

Orano TN DOSSIER DE SURETE TNF-XI	Diffusion limitée Orano - Autorités		 orano	
	CHAPITRE 00-1 CARACTERISTIQUES DE PERFORMANCES DU COLIS			
	Préparateur / signature [REDACTED]	Date 17/04/20		
	Vérificateur / signature [REDACTED]	Date 17/04/20		
Identification :		DOS-19-022728-005	Version : 2.0	Page 1 / 15

Table of contents

1. INTRODUCTION	3
2. DESCRIPTION ET DEFINITIONS	3
3. PERFORMANCES D'UN POINT DE VUE MECANIQUE	5
4. PERFORMANCES D'UN POINT DE VUE THERMIQUE	10
5. PERFORMANCES D'UN POINT DE VUE DES DEBITS D'EQUIVALENT DE DOSE	10
6. PERFORMANCES D'UN POINT DE VUE SURETE-CRITICITE	12
7. CONDITIONS D'UTILISATION	13
8. PROGRAMME D'ENTRETIEN PERIODIQUE	14
9. PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE	14
10. REFERENCES	14

Statu de révision

Version	Date	Modifications	Préparé par / Vérifié par
1.0	17/04/2020	Création du document	
2.0	Cf. 1 ^{ère} page	Correction de coquilles	

1. INTRODUCTION

L'objet de ce chapitre est de décrire les caractéristiques des performances du modèle de colis TNF-XI, destiné au transport par voie routière, ferroviaire ou maritime, chargé de matière radioactive en tant que colis de type A ou de type IP-2, contenant des matières fissiles, au regard de la réglementation <1>.

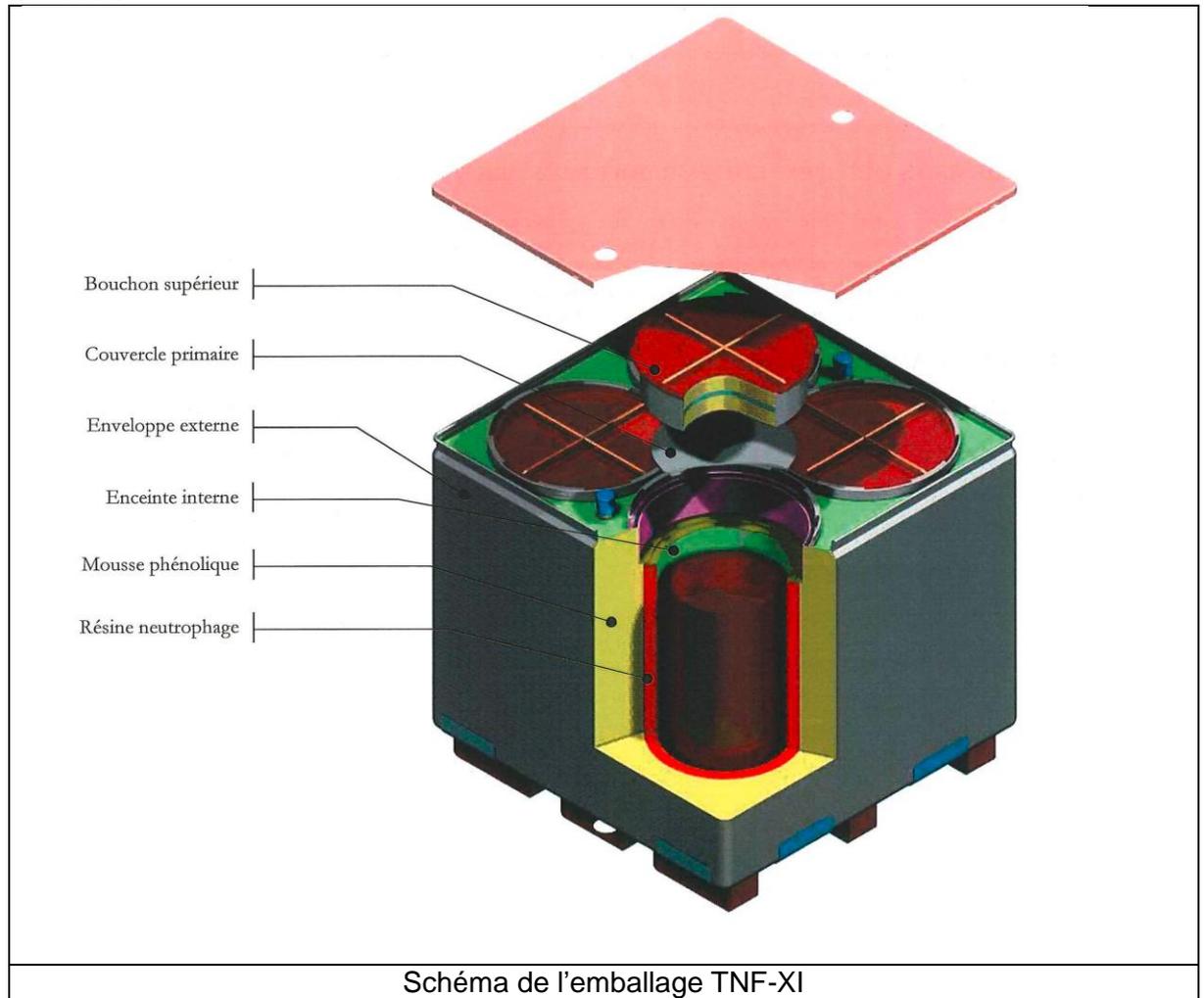
2. DESCRIPTION ET DEFINITIONS

2.1. Description du colis

L'emballage TNF-XI est destiné au transport d'oxydes d'uranium (UO_2 , UO_3 et U_3O_8), sous forme de poudre, de pastilles ou de fragments, ou de complexes uranifères mélangés à des résidus, par voies routières, ferroviaires et maritimes.

L'emballage est conçu et dimensionné pour être compatible avec les installations et leurs moyens de manutention.

De forme générale parallélépipédique, le modèle de colis TNF-XI est illustré sur la figure ci-dessous.



Les dimensions générales hors-tout du colis sont :

- Hauteur = 1,040 m
- Section du corps = 1,1 x 1,1 m

2.2. Description de l'emballage

L'emballage est constitué des principaux sous-ensembles suivants :

- un corps en mousse phénolique de différentes densités assurant l'amortissement et l'isolation thermique, comportant quatre cavités cylindriques internes cloisonnées d'acier inoxydable. Les cavités sont maintenues séparées au moyen de huit tubes de renforcement au total.
- Le corps est enveloppé d'acier inoxydable. Autour de chaque cavité, une épaisseur de résine assure la protection neutronique et le découplage des colis.
- un couvercle primaire en acier inoxydable équipant chaque cavité. L'étanchéité entre la cavité et le couvercle primaire est assurée par un joint. La fermeture de ces couvercles sur la bride est assurée par un système à baïonnette.
- un bouchon par cavité, assurant l'amortisseur mécanique et la protection thermique constitué de mousse phénolique, d'un renfort en aluminium et d'un disque d'acier boré soudé à l'enveloppe d'acier inoxydable du bouchon. Le bouchon est maintenu au-dessus du couvercle primaire par un couvercle secondaire fixé par un système de baïonnette en acier inoxydable.
- un couvercle de propreté, recouvrant l'ensemble de la face supérieure de l'emballage, empêchant l'accès aux bouchons, clipsé à l'enveloppe extérieur du corps de l'emballage.

2.3. Description du contenu

L'emballage TNF-XI est destiné au transport des contenus ci-dessous :

- oxyde d'uranium d' UO_2 , d' UO_3 ou d' U_3O_8 sous forme de poudre, pastille ou fragments mélangés ou pas avec des résidus ;
- oxyde d'uranium d' UO_2 , d' UO_3 ou d' U_3O_8 sous forme de poudre, pastille ou fragments avec présence de gadolinium et d'erbium en quantité illimitée.
- complexes uranifères (uranium sous forme d'oxyde, de nitrate d'uranyle, de diuranate de sodium ou de diuranate d'ammonium), de forme solide, mélangés à des résidus issus d'incinération ou des résidus de terre, sable et de dissolution.

Les résidus sont chimiquement stables et ne contiennent pas de liquide.

La masse maximale admissible d'uranium, sous toutes les formes possibles listées ci-dessus, répartie dans les trois seaux de l'emballage est limitée.

Le contenu autorisé limite les paramètres importants pour la sûreté et qui sont utilisés dans le dossier de sûreté, en particulier :

- le vecteur isotopique ;
- l'état physique (sous forme de pastille, poudre ou fragments) et la forme chimique ;
- le taux d'enrichissement maximum en ^{235}U ;
- la masse maximale de métal lourd admissible ;
- la densité maximale.

La matière peut être placée dans des sacs constitués de matériaux plus hydrogénés que l'eau. La matière emballée (ou non emballée) est placée dans des seaux (trois pour chacune des quatre cavités) en acier inoxydable respectant les critères suivants :

- installés en position verticale ;
- couvercle en acier inoxydable avec anneau de fermeture ;
- un anneau en acier éventuellement boré.

Chaque cavité doit toujours contenir les trois seaux munis de leur anneau en acier.

Identification :

DOS-19-022728-005

Version :

2.0

Page 5 sur 15

La masse de matière plastique plus hydrogénée que l'eau est limitée par cavité.

Un système de calage permet le centrage radial et le calage axial des seaux dans chaque cavité.

2.4. Enceinte de confinement

L'enceinte de confinement de l'emballage est constituée par :

- les quatre enceintes internes cylindriques en acier inoxydable ;
- les quatre fonds plats en acier inoxydable soudés aux enceintes internes cylindriques ;
- les quatre couvercles primaires et leur joint.

2.5. Système d'isolement

Le système d'isolement est constitué :

- du contenu fissile (poudre, pastille ou fragment),
- des aménagements internes de la cavité (hors système de calage) décrits au paragraphe 2.3
- des principaux sous-ensemble (hors couvercle de protection) décrits au paragraphe 2.2.

2.6. Bilan de masses

Le tableau ci-dessous présente les masses maximales du contenu et du colis TNF-XI en configuration de transport.

Élément	Masse (kg)
Masse maximale du contenu	300
Masse maximale du colis autorisée au transport	1050

La masse autorisée au transport est celle utilisée de façon générique dans les études de sûreté.

3. PERFORMANCES D'UN POINT DE VUE MECANIQUE

3.1. Conditions de transport de routine

L'emballage est dimensionné pour être transporté par voies routières, ferroviaires ou maritimes.

Tenue aux accélérations

Le colis est conçu pour résister aux accélérations représentatives des conditions de transport de routine. Ces accélérations ne sont pas susceptibles d'engendrer des dommages au colis.

Tenue à la pression

L'enceinte de confinement doit retenir le contenu radioactif en cas de baisse de pression ambiante jusqu'à 60 kPa. Un différentiel de pression de 0,45 bar est alors retenue pour évaluer la tenue mécanique des composants de l'enveloppe de confinement du colis.

La tenue mécanique de l'enceinte de confinement à une pression de 0,45 bar est vérifiée par des calculs analytiques en comparant les contraintes dans l'acier à sa limite élastique.

La conformité aux exigences est vérifiée.

Identification :

DOS-19-022728-005

Version : 2.0

Page 6 sur 15

Arrimage et manutention

Le modèle de colis TNF-XI est transporté en position verticale dans un conteneur de type ISO 20 pieds.

Ils sont bloqués en direction axiale et radiale à l'aide des pièces en bois, intercalées entre chaque colis.

Dans le cas d'un chargement incomplet (nombre d'emballages TNF-XI insuffisant pour remplir le niveau inférieur du conteneur ISO 20 pieds), l'arrimage est réalisé à l'aide de sangles.

Pour assurer la manutention, la face inférieure de l'emballage est équipée de passages de fourches en acier.

3.2. Conditions normales de transport

Les analyses de sûreté étudient les conséquences des épreuves réglementaires simulant les conditions normales de transport.

Les études montrent que :

- La conséquence de l'aspersion d'eau est d'humidifier la surface externe de l'emballage, sans en modifier les caractéristiques.
- La tenue de l'emballage à l'épreuve de gerbage est vérifiée par calcul analytique. L'emballage peut supporter sans dommage l'épreuve de gerbage.
- L'épreuve de pénétration ne modifie pas notablement la géométrie de l'emballage compte tenu des très faibles déformations constatées.
- L'épreuve de chute libre d'une hauteur de 1,20 m de haut ne modifie pas notablement la géométrie de l'emballage compte tenu des très faibles déformations constatées.

Endommagements

L'étanchéité de l'emballage est conservée lors des chutes de 1,20 m.

L'enveloppe de confinement est préservée et les déformations de l'enceinte externe de l'emballage sont faibles.

L'effet des déformations de l'emballage sur l'augmentation des débits d'équivalent de dose est étudié au paragraphe 5.3.

3.3. Conditions accidentelles de transport

Ce paragraphe détaille les conséquences des épreuves réglementaires simulant les conditions accidentelles de transport applicables au modèle de colis TNF-XI.

En particulier, dans la suite du paragraphe, l'ensemble des analyses de chute est réalisé en considérant une masse totale de colis de 1 050 kg.

Conformément à la réglementation pour les colis contenant des matières fissiles, les analyses de sûreté-criticité prennent en compte le cumul des épreuves de chutes des conditions normales et accidentelles de transport.

Identification :

DOS-19-022728-005

Version : 2.0

Page 7 sur 15

Tenue à l'épreuve d'immersion

Compte tenu de la géométrie du joint, l'étanchéité de l'emballage TNF-XI à l'eau en cas d'une surpression extérieure (pression manométrique extérieure d'au moins 150 kPa) n'est pas requise. A l'issue de l'épreuve d'immersion, l'eau pénétrera dans tous espace vide de l'emballage.

La modélisation retenue pour les études de sûreté-criticité prend en compte une pénétration illimitée d'eau dans la cavité.

Principe de définition des prototypes de chute

Les épreuves de chutes ont été réalisées avec plusieurs prototypes à l'échelle 1 du colis TNF-XI.

Les règles de similitude sont appliquées afin de garantir que les contraintes mécaniques dans les composants du prototype sont à minima les mêmes que celles dans les mêmes composants du modèle de l'emballage. Le comportement mécanique en chute sera donc le même sur le prototype et sur le colis.

Ensemble des chutes étudiées

Toutes les configurations de chute définies par les conditions accidentelles des règles de l'AIEA, susceptibles de remettre en cause l'étanchéité de l'enveloppe de confinement, l'intégrité de la protection radiologique et thermique et du système d'isolement du modèle de colis sont étudiées.

La démonstration de la tenue du colis aux épreuves de chutes simulant les conditions normales et accidentelles de transport repose sur des essais de chute réalisés sur différents prototypes à l'échelle 1 du colis TNF-XI.

Des premiers prototypes ont été utilisés lors d'essais de chute préliminaires visant à définir les séquences de chutes les plus pénalisantes.

Afin de qualifier le comportement mécanique du colis, les séquences de chutes définies précédemment ont été testées sur d'autres prototypes.

Les configurations de chutes réalisées lors de ce programme d'essais sont détaillées dans les tableaux ci-dessous :

Prototype 1		
Description du test	Orientation	N° de chute
Test de pénétration d'une barre de 6 kg	Point d'impact :	
	- face latérale	1
	- couvercle supérieur	2
Chute libre de 1,20 m	Point d'impact :	
	- arête de la face supérieure	4
	- coin de la face supérieure	5
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact :	
	- face latérale	6
	- dessous de l'emballage	7
	- couvercle supérieur	8

Prototype 1		
Description du test	Orientation	N° de chute
Chute libre de 9 m	Point d'impact :	
	- arête de la face supérieure	9
	- coin de la face supérieure	10
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact :	
	- baïonnette	11
	- couvercle supérieur	12

Prototype 2		
Description du test	Orientation	N° de chute
Test de pénétration d'une barre de 6 kg	Point d'impact :	1
	- face supérieure	2
Chute libre de 1,20 m	Point d'impact :	3
	- face latérale	4
	- face supérieure	5
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact :	
	- dessous de l'emballage	6
	- face latérale	7
	- branche de la croix métallique	8
Chute libre de 9 m	Point d'impact :	
	- face latérale	10
	- fond de l'emballage	11
	- face supérieure	12
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact :	
	- face latérale	13

Prototype 3		
Description du test	Orientation	N° de chute
Test de pénétration d'une barre de 6 kg	Point d'impact :	1
	- pion de support de la plaque de sécurité	2
	- fond de l'emballage sous le centre d'une cavité	
Chute libre de 1,20 m	Point d'impact :	3
	- face latérale avec un angle de 0°	
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact :	4
	- centre du fond de l'emballage avec un angle de 25° près de la fourchette de levage médiane	
Chute libre de 9 m	Point d'impact :	5
	- face latérale avec un angle de 0°	
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact :	6
	- face latérale avec un angle de 25°	

Prototype 4		
Description du test	Orientation	N° de chute
Test de pénétration d'une barre de 6 kg	Point d'impact : - face latérale de l'emballage au regard du centre d'une cavité	1
	- couvercle de l'emballage au centre d'une des 4 sections de la croix métallique	2
	- entre deux dents du système de baïonnette du couvercle	3
Chute libre de 1,20 m	Point d'impact : - coin supérieur de l'emballage avec un angle de 60°	4
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact : - centre d'une face latérale de l'emballage avec un angle de 0°	5
Chute libre de 9 m	Point d'impact : - coin supérieur de l'emballage avec un angle de 60°	6
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact : - entre deux dents du système de baïonnette du couvercle	7

Prototype 5		
Description du test	Orientation	N° de chute
Chute libre de 1,20 m	Point d'impact : - coin supérieur de l'emballage avec un angle de 60°	1
Chute libre de 9 m	Point d'impact : - coin supérieur de l'emballage avec un angle de 60°	2
Chute de 1 m sur poinçon	Point d'impact : - entre deux dents du système de baïonnette du couvercle	3

Pour prendre en compte l'évolution des caractéristiques des matériaux constituant l'emballage en température et les effets du vieillissement, un calcul complémentaire du comportement mécanique du colis en température ($[-40^{\circ}\text{C} ; T_{\text{CNTmax}}]$) a été effectué.

L'étude s'appuie sur la configuration de chute la plus pénalisante, soit la chute oblique d'une hauteur de 10,2 m avec impact sur coin supérieur effectué avec le prototype P4.

Résultats

Les essais de chutes réalisés sur les prototypes de l'emballage TNF-XI ainsi que les calculs complémentaires ont démontré que l'emballage TNF-XI résiste aux séquences de chutes réglementaires définies par le règlement AIEA <1>.

Il est vérifié l'absence de dispersion de matière hors de l'emballage, même après une succession de chutes bien plus sévères que la séquence réglementaire.

Les déformations de l'emballage observées lors des chutes règlementaires et des calculs complémentaires sont prises en compte dans les démonstrations de sûreté thermique et criticité.

4. PERFORMANCES D'UN POINT DE VUE THERMIQUE

Méthode d'analyse en conditions de transport de routine, en conditions normales de transport et en conditions accidentelles de transport

L'étude du comportement du colis en conditions normales et accidentelles de transport repose sur des essais réalisés dans un four avec des prototypes ayant subi les épreuves de chute présentées au paragraphe 3 et sur des calculs numériques complémentaires à l'aide du logiciel I-DEAS.

Les modèles numériques utilisés ont été aux préalables recalés sur la base des mesures relevées lors des essais en adaptant les propriétés thermiques du modèle numérique de certains matériaux par rapport aux mesures relevées durant les essais.

À partir du modèle précédemment ajusté, un calcul numérique est effectué afin de déterminer les températures maximales atteintes en CNT, puis le comportement du colis exposé à une température de 800 °C durant 30 minutes, suivi d'une période de refroidissement dans un environnement à 38 °C sous ensoleillement réglementaire.

À l'issue des essais thermiques réalisés sur prototypes, aucune présence de poudre n'a été relevée hors des cavités. Des dégradations ont été constatées sur certains matériaux. Ces dégradations sont prises en compte dans les analyses de sûreté-criticité de l'emballage.

La température atteinte par les joints et les matériaux plastiques des aménagements internes est inférieure à leur température maximale d'utilisation, ce qui garantit l'étanchéité de l'enceinte de confinement à l'issue des conditions accidentelles de transport.

Les températures maximales atteintes par les matériaux sont compatibles avec les hypothèses retenues en criticité.

5. PERFORMANCES D'UN POINT DE VUE DES DEBITS D'EQUIVALENT DE DOSE

Les critères de débit d'équivalent de dose retenus dans le dossier de sûreté, enveloppes de ceux définis dans la réglementation <1> pour un colis de type A et un colis industriel de type 2 (IP-2), sont les suivants :

- le débit de dose externe à 3 m de la matière non protégée ne dépasse pas 10 mSv/h ;
- conditions de transport de routine (CTR): 2 mSv/h au contact du colis ;
- conditions normales de transport (CNT): pas d'augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale au contact du colis à l'issue des épreuves représentatives des CNT ;
- le débit de dose externe à 2 mètres du colis ne dépasse 0,1 mSv/h.

Méthode de calcul

Les calculs de sources sont réalisés avec le module ORIGEN-ARP 5.1 du système SCALE 6.

Selon les contenus transportés, les débits d'équivalent de dose sont ensuite calculés avec les codes MERCURE V, SN1D ou TRIPOLI 4.7.

Paramètres du contenu importants pour l'étude

Le contenu radioactif est constitué d'oxyde d'uranium d'UO₂ irradié et non irradié sous forme de poudre.

Paramètres de l'emballage importants pour l'étude

La protection contre les rayonnements est assurée par la nature et l'épaisseur des matériaux de l'emballage.

Le blindage radial est formé par :

- les viroles en acier inoxydable ;
- la couche de résine autour de chaque cavité ;
- les anneaux en acier inoxydable éventuellement boré situés à l'intérieur des seaux.

Le blindage axial est constitué de :

- les plaques en acier inoxydable ;
- les plaques en acier inoxydable boré.

Hypothèses importantes pour l'étude

Les hypothèses pénalisantes suivantes sont considérées pour l'étude :

- le couvercle primaire n'est pas modélisé,
- la géométrie des seaux et des viroles est simplifiée. Les sources radioactives présentes dans les seaux d'une même cavité sont représentées par un seul et même contenu.

5.1. Le débit de dose externe à 3 m de la matière non protégée

Résultats de l'étude

L'intensité de rayonnement externe à 3 m de la matière radioactive non protégée ne dépasse pas 10 mSv/h.

5.2. En conditions de transport de routine

Résultats de l'étude

Le respect des critères réglementaires de débit d'équivalent de dose en conditions de transport de routine est garanti pour les contenus transportés.

5.3. En conditions normales de transport

L'analyse en conditions normales de transport prend en compte les endommagements de l'emballage et le déplacement du contenu dans la cavité.

Résultats :

Il est justifié que l'intensité de rayonnement maximale au contact du colis n'augmente pas de plus de 20 % à l'issue des épreuves réglementaires des conditions normales de transport.

5.4. Le débit de dose externe à 2 m du colis

Le respect des critères réglementaires de débit d'équivalent de dose à 2 m du colis est garanti pour les contenus transportés.

6. PERFORMANCES D'UN POINT DE VUE SURETE-CRITICITE

La sûreté-criticité doit être assurée, suivant la réglementation, pour :

- le colis isolé en conditions de routine (c'est-à-dire tel que présenté au transport) ;
- le colis isolé en conditions normales de transport (c'est-à-dire résultant des épreuves des conditions normales de transport) ;
- le colis isolé en conditions accidentelles de transport (c'est-à-dire résultant du cumul des épreuves des conditions normales et conditions accidentelles de transport) ;
- l'agencement de 5 N colis (N étant le nombre permettant de définir la valeur du coefficient réglementaire – Criticality Safety Index CSI) en conditions normales de transport ;
- l'agencement de 2 N colis en conditions accidentelles de transport.

Les critères de sûreté-criticité applicables sont les suivants :

- $k_{\text{eff}} + 3\sigma \leq 0,950$ pour le colis isolé ; toutes incertitudes comprises,
- $k_{\text{eff}} + 3\sigma \leq 0,980$ pour le colis en réseau ; toutes incertitudes comprises.

De manière à couvrir les configurations réglementaires et à limiter les cas de calcul, seule la configuration du colis dans l'état résultant des conditions normales suivies des conditions accidentelles de chutes et de feu est considérée.

La réactivité obtenue dans le cas réseau de colis étant plus pénalisante que la réactivité obtenue dans le cas du colis isolé, seul le cas réseau de colis est considéré. De façon pénalisante, le critère de sûreté-criticité retenu est $k_{\text{eff}} + 3\sigma \leq 0,950$.

Codes de calcul

L'étude est réalisée avec le schéma de calcul APOLLO2-MORET4 (voie standard du formulaire de criticité CRISTAL V1.2) qui est basé sur l'utilisation de la bibliothèque CEA93 V6 pour les milieux fissiles et les milieux de structure.

La bibliothèque CEA93 V6 est une bibliothèque de sections efficaces et effectives à 99 et 172 groupes d'énergie des neutrons qui a été élaborée à partir de l'évaluation européenne JEF2.2.

Le calcul se déroule en deux parties :

- l'étude du milieu fissile et des milieux de structure avec le code APOLLO2 Version 2.5 patch 5,
- le calcul du k_{eff} de l'emballage par le code Monte-Carlo MORET 4.B.4.

Une étude de qualification des schémas de calcul utilisé dans les démonstrations de sûreté criticité du modèle de colis TNF-XI a été réalisée.

6.1. Réseau de colis

Paramètres du contenu importants pour l'étude

Dans cette étude, le contenu est considéré comme ruiné, c'est-à-dire que seul l'oxyde d'uranium est modélisé dans la configuration géométrique la plus pénalisante.

La matière est considérée hétérogène pour majorer la réactivité du colis.

L'enrichissement, la masse de métal lourd et la densité sont les principales caractéristiques du combustible importantes pour cette étude.

Hypothèses importantes pour l'étude

- les conditions de réflexion totales sont appliquées sur toutes les faces externes d'un seul colis ou d'une seule cavité, selon les contenus ;
- pour les contenus composés de complexes uranifères mélangés à des résidus, des hypothèses pénalisantes sur les matériaux réflecteurs du contenu et sur la forme chimique de la matière fissile sont retenues ;
- l'eau remplit tous les espaces vides de la cavité et des seaux ;
- la présence de matériaux plus hydrogénés que l'eau est autorisée (limite définie en fonction des contenus) ;
- le cas échéant, les seaux et les anneaux en acier boré des seaux sont modélisés respectivement par un seul seau et un seul anneau ;
- l'emballage est considéré endommagé :
 - la partie endommagée de la mousse phénolique est remplacée par de l'air ou de l'eau, selon ce qui est le plus pénalisant,
 - la partie endommagée de la résine est remplacée par de l'air ou de l'eau, selon ce qui est le plus pénalisant,
 - l'écrasement du coin de l'emballage et le poinçonnement de la mousse suite aux chute réglementaires sont modélisés.

Méthode de calcul

La matière fissile est modélisée sous la forme d'un milieu hétérogène (réseau de sphérules). Cette hypothèse est pénalisante pour de faibles teneurs en ^{235}U . Le milieu fissile est modéré soit par de l'eau soit par du CH_2 .

Résultats de l'étude

La réactivité maximale obtenue pour un réseau infini de colis et en considérant une quantité d'eau illimitée est inférieure au critère de sûreté-criticité retenu, toutes incertitudes comprises, pour l'ensemble des contenus transportés dans l'emballage TNF-XI.

L'indice de sûreté criticité vaut $\text{CSI} = 0$.

7. CONDITIONS D'UTILISATION

L'emballage est conçu pour être chargé et déchargé à sec.

Les analyses de sûreté décrites ci-avant nécessitent notamment d'exécuter les étapes et les vérifications des critères ci-dessous avant l'expédition du colis :

- la vérification que la matière radioactive chargée respecte l'ensemble des caractéristiques techniques définies par le contenu autorisé ;
- l'emballage doit être en conformité avec les contrôles périodiques à effectuer ;
- le contrôle des différents éléments de l'emballage afin de vérifier que les éventuels défauts sont en conformité avec les prescriptions du chapitre du dossier de sûreté concernant les spécifications relatives à l'emballage ;
- le contrôle de l'absence de corps étranger non autorisé dans l'emballage ;
- la vérification de la bonne position et de la bonne fermeture de tous les composants constituant l'enveloppe de confinement ;
- la vérification de la présence des éléments de calage des seaux à l'intérieur de la cavité ;
- le contrôle des débits d'équivalent de dose autour du colis en conformité avec les limites réglementaires ;

- la vérification de la non-contamination de l'emballage en conformité avec les limites réglementaires ;
- la mesure de l'intensité de rayonnement à 1 m pour la détermination de l'indice de transport ;
- la vérification de la conformité réglementaire de l'étiquetage et du marquage des emballages ;
- l'arrimage des colis doit respecter les critères et les exigences du dossier de sûreté ;
- la vérification que le mode de transport est adapté à l'indice de transport, à l'indice de sûreté-criticité et à l'activité du contenu.

8. PROGRAMME D'ENTRETIEN PERIODIQUE

Le programme d'entretien prévu au cours de l'utilisation de l'emballage est défini avec une périodicité de trois ans.

Le programme d'entretien comprend notamment :

- la vérification du bon état général de l'emballage et remplacement ou la réparation de tout composant non conforme ;
- le remplacement des joints des enceintes de confinement.

Tout emballage présentant un ou des composants ne satisfaisant pas aux critères spécifiés dans le programme d'entretien est mis hors service jusqu'à ce que l'action corrective appropriée soit effectuée.

Tout composant devenu non conforme peut être réparé ou accepté en l'état si une analyse complémentaire démontre que cela ne remet pas en cause les conclusions du dossier de sûreté. Dans le cas contraire, le composant doit être remplacé.

9. PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE

Les réglementations de transport en vigueur à la date du présent document font obligation d'appliquer des programmes d'assurance de la qualité pour :

- la conception ;
- la fabrication et les épreuves ;
- l'utilisation ;
- la maintenance ;
- le transport

des colis de matières radioactives.

Ces activités sont réalisées par différents acteurs (concepteur, maître d'ouvrage, maître d'œuvre, constructeurs, utilisateurs, expéditeurs, transporteurs, sociétés de maintenance...) qui doivent tous établir des programmes d'assurance de la qualité adaptés à celles-ci, et produire et conserver les documents justificatifs (enregistrements) de leur activité.

10. REFERENCES

- <1> Règlement de transport des matières radioactives, Agence Internationale de l'Energie Atomique – Prescriptions, SSR-6, voir chapitre 00 pour la version applicable.

Les règles de conception et d'épreuves de l'édition applicable du Règlement de l'AIEA sont reprises dans les règlements applicables suivants :

- Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR) ;
- Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID) ;

Identification :

DOS-19-022728-005Version : **2.0**

Page 15 sur 15

- Code maritime international des marchandises dangereuses (code IMDG de l'OMI) ;
- Arrêté du 29 mai 2009 modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (arrêté TMD) ;
- Arrêté du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires, division 411 du règlement annexé (arrêté RSN).