

## 1.0 INFORMATIONS D'ORDRE GENERAL

Les composants majeurs comprenant le colis RAJ-II sont présentés de la figure 1-1 à la Figure 1-4. La terminologie et les acronymes utilisés dans le présent document sont présentés dans le Glossaire des Termes et Acronymes dans la Table des Matières vers la fin de ce résumé. Ce colis est destiné au transport des assemblages combustibles de réacteurs à eau bouillante (BWR) contenant des matières fissiles de type A et de type B.

### 1.1 INTRODUCTION

Le colis modèle RAJ-II a été développé pour le transport de combustible non irradié pour Réacteurs à Eau Bouillante. Le gainage du combustible et la nature céramique des pastilles de combustible fournissent le confinement primaire pour la matière radioactive. Les conteneurs intérieurs et extérieurs fournissent à la fois une protection thermique ainsi qu'une protection mécanique contre des chutes ou en cas de conditions d'accident.

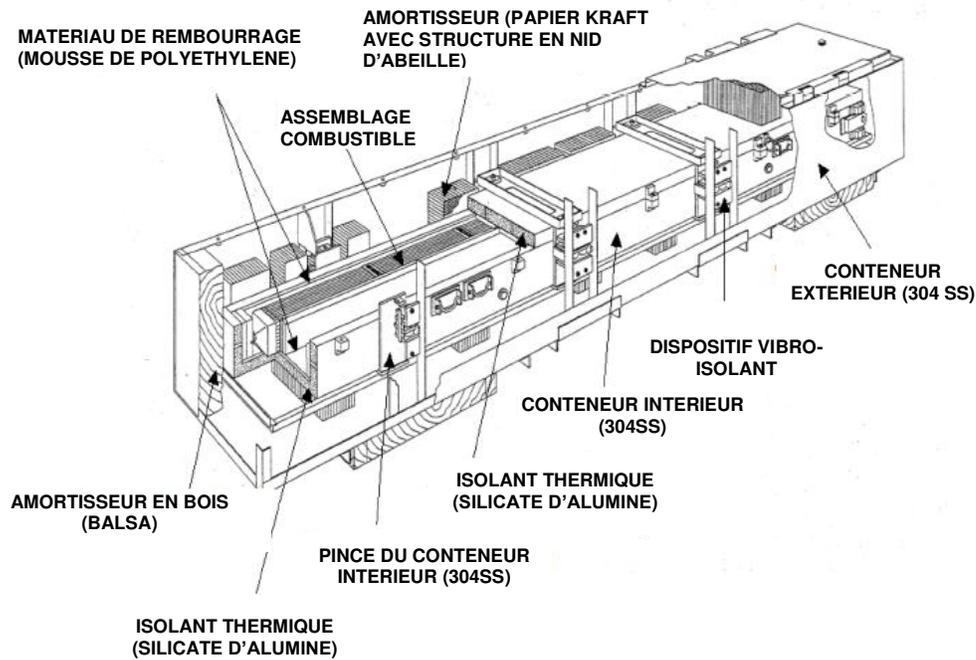
L'intégrité du combustible est maintenue par l'emballage de protection extérieur, l'emballage intérieur isolé et le gainage des crayons combustibles pour des déformations en Conditions Normales de Transport (NCT) ainsi que en Conditions d'Accident Hypothétique (HAC). Tout un ensemble d'essais de développement technique complets a été inclus dans le processus de certification. En fin de compte, deux Unités d'Essai de Certification (CTU) complètes ont été soumises à une série de chutes libres et de perforation.

La charge utile au sein de chaque colis RAJ-II se compose d'un maximum de deux assemblages combustibles pour réacteurs à eau bouillante (BWR) non irradiés ou crayons combustibles individuels (BWR, Carbure d'Uranium ou génériques pour réacteurs à eau pressurisée (PWR)) logés dans un cylindre, boîte de protection ou regroupés et placés sur un ou les deux côtés du conteneur intérieur.

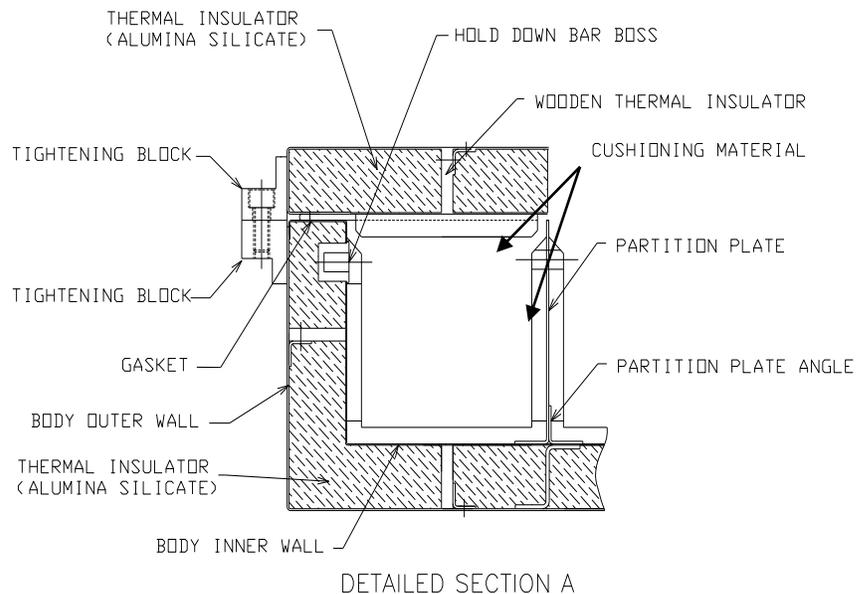
Les résumés de blindage et de criticité sont fournis au chapitre 5.0 et chapitre 6.0. L'indice de sûreté-criticité (CSI) pour le colis RAJ-II est défini au chapitre 6.0.

Le colis RAJ-II est conçu pour expédition par camion, bateau, ou rail soit comme colis du Type B (U) avec matière fissile ou un colis du Type A de matière fissile de selon la définition dans 10 CFR 71.4 et 49 CFR 173.403.

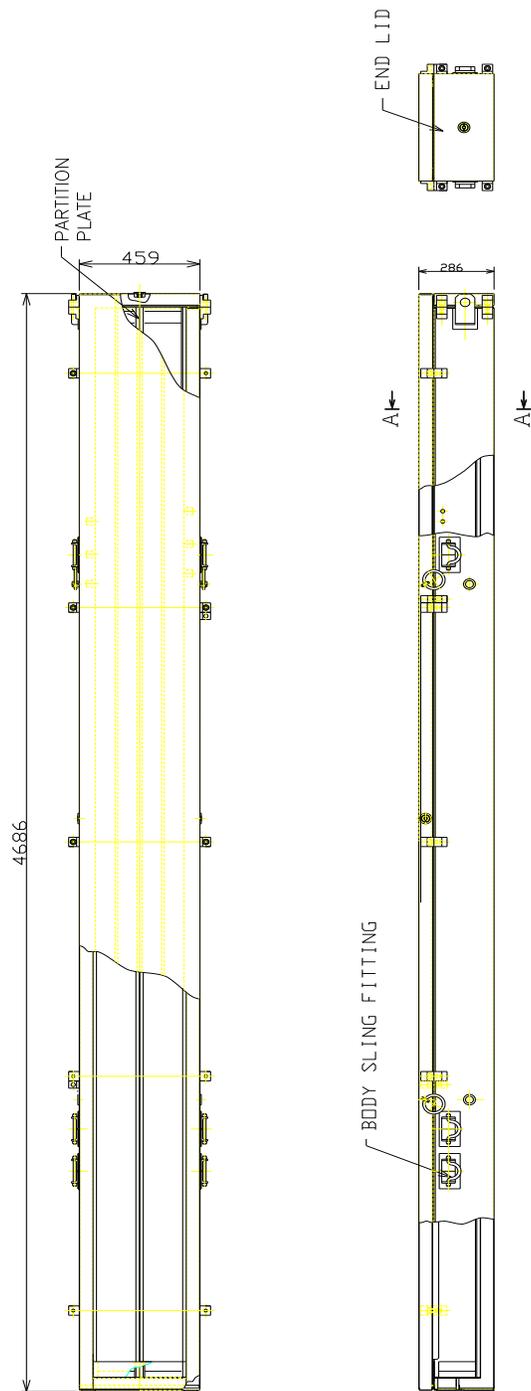
Les dimensions de l'emballage identifiées dans le texte, les tableaux, les figures, etc. de ce résumé SAR, sont censées être nominales.



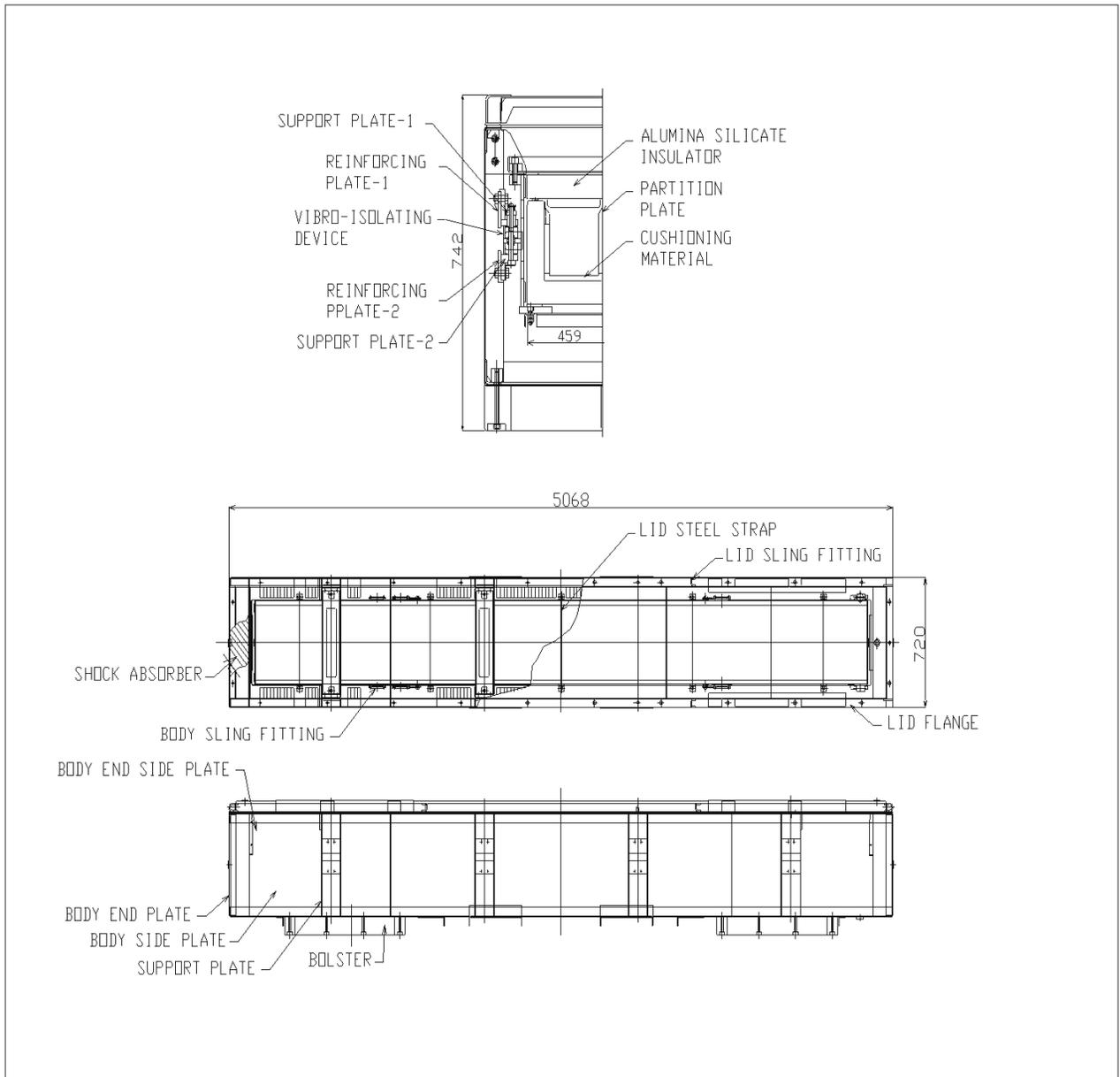
**Figure 1-1 RAJ-II Assemblage du colis**



**Figure 1-2 Coupe transversale du conteneur intérieur**



**Figure 1-3 Conteneur Intérieur**



**Figure 1-4 Conteneur intérieur et extérieur**

## 1.2 DESCRIPTION DU COLIS

Cette section présente une description simple du colis modèle RAJ-II. L'Indice de Transport (TI) pour ce colis est basé sur des évaluations du blindage et de la criticité prévues dans les chapitres 5.0 et 6.0 du Rapport d'Analyse de Sûreté.

### 1.2.1 Emballage

L'emballage est composé d'un conteneur intérieur et d'un conteneur extérieur tous deux en acier inoxydable. Le conteneur intérieur est composé d'une structure en acier inoxydable double paroi avec isolant thermique de silicate d'alumine comblant l'écart entre les deux parois pour réduire le flux de chaleur dans le conteneur en cas d'incendie. Un matériau de rembourrage en mousse polyéthylène est placé à l'intérieur du conteneur intérieur pour la protection de l'assemblage combustible. Le conteneur extérieur est composé d'un cadre angulaire en acier inoxydable recouvert de tôles d'acier inoxydable. Les serrages du conteneur intérieur sont installés à l'intérieur du conteneur extérieur avec un dispositif vibro-isolant entre les deux pour atténuer les vibrations survenant pendant le transport. De plus, du bois et du papier kraft avec structure en nid d'abeille imprégné de résine (ci-après appelé « papier avec structure en nid d'abeille ») sont placés comme amortisseurs pour atténuer le choc en cas de chute du colis. En plus de l'emballage décrit ci-dessus, le gainage des crayons combustibles et la nature céramique des pastilles de combustible fournissent un confinement primaire de la matière radioactive.

#### 1.2.1.3 Poids brut et dimensions

Le poids brut maximal d'un colis RAJ-II est de 1614 kg (3558 livres) maximum. Un résumé des poids et dimensions des composants principaux est donné dans le Tableau 1-1. Un résumé des poids du composant d'ensemble est défini dans le Tableau 2-1.

**Tableau 1-1 Poids maximaux et dimensions extérieures de l'emballage**

Article	Poids et dimensions extérieures
Poids maximum du conteneur intérieur	308 kg (679 livres)
Poids maximal du conteneur extérieur	622 kg (1371 livres)
Poids maximal de l'emballage	930 kg (2050 livres)
Dimensions du conteneur intérieur	Longueur : 4686 mm (184.49 pouces) Largeur: 459 mm (18.07 pouces) Hauteur : 286 mm (11.26 pouces)
Dimensions du conteneur extérieur	Longueur : 5,068 mm (199.53 pouces) Largeur : 720 mm (28.35 pouces) Hauteur 742 mm (29.21 pouces) (y compris les supports)

## 1.2.2 Système de confinement

Les composants du système de confinement sont identifiés ci-dessus en Section 1.1 avec les figures correspondantes. La limite du confinement primaire de ce colis sont les gaines des crayons combustibles, comme illustré sur l'exemple Figure 1-6 Exemple de crayons combustibles (Confinement primaire). Le crayon combustible est complété par le chargement des pastilles de dioxyde d'uranium dans une gaine en alliage de zirconium. Les tubes sont mis sous pression avec de l'hélium et des bouchons en zirconium sont soudés au tube ce qui scelle effectivement et enferme la matière radioactive. Les soudures des crayons combustibles sont vérifiées pour intégrité par des moyens tels que l'inspection aux rayons x, ultrasons ou contrôle de processus. Le colis RAJ-II ne peut pas être ouvert involontairement. Les couvercles du CE et du CI sont fixés à leurs structures respectives avec des vis à tête cylindrique à six pans. Vingt-quatre autres boulons maintiennent le couvercle extérieur en place. Il n'y a pas d'autres ouvertures dans le conteneur extérieur. Le conteneur intérieur possède dix boulons qui retiennent le couvercle principal en place et quatre boulons qui retiennent la fermeture d'extrémité en place.



**Figure 1-6 Exemple de crayon combustible (Confinement primaire)**

### 1.2.3 Contenu

**1.2.3.1 Deux assemblages combustibles au maximum sont placés dans chaque emballage. L'emballage est conçu et analysé pour expédier le combustible configuré en réseaux de 8x8, 9x9 ou 10x10 ou comme crayons en vrac contenus dans un cylindre, une boîte de protection ou placés sur un ou les deux côtés du conteneur intérieur. Les assemblages combustibles peuvent également être expédiés dans le canal de combustible de type BWR. Les pastilles de combustible nucléaire situées dans les crayons et enfermées dans l'emballage sont des oxydes d'uranium principalement comme UO<sub>2</sub> et U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>.  
Contenu Type A**

Lorsque le contenu de l'emballage est de l'uranium de qualité commerciale ou autres matériaux en uranium où la valeur  $A_2$  n'est pas dépassée, l'emballage peut être censé contenir des quantités Type A.

#### **1.2.3.2 Contenu Type B**

Lorsque le contenu de l'emballage est de l'uranium de retraitement enrichi ou uranium d'autre origine ne dépassant pas les valeurs dans le Tableau 1-3, l'emballage est censé contenir des quantités Type B.

#### **1.2.3.3 Quantité de matières radioactives des nucléides principales**

Lorsque le contenu de l'emballage se compose de quantités de matières Type B, les principaux nucléides sont traités comme indiqué dans les tableaux 1-2 à 1-4 pour calculer l'activité totale, les fractions de l'activité et  $A_2$  pour le mélange.

**Tableau 1 - 2 Quantité de matières radioactives (Type A et Type B)**

<b>Assemblage Combustible</b>	<b>Assemblage combustible type 8x8</b>	<b>Assemblage combustible type 9x9</b>	<b>Assemblage combustible type 10x10</b>
Nucléides principaux			
État de l'uranium	Pastille céramique d'oxyde d'uranium (Solide)	Pastille céramique d'oxyde d'uranium (Solide)	Pastille céramique d'oxyde d'uranium (Solide)
Enrichissement moyen de l'assemblage combustible (enrichissement maximal du crayon combustible)			
Poids de pastilles de dioxyde d'uranium (par assemblage combustible)	235 kg	240 kg	275 kg

**Tableau 1 - 3 Quantité de matière radioactive Type B**

<b>Isotope</b>	<b>Teneur maximale<sup>1</sup></b>	<b>Masse maximale, g</b>	<b>Activité spécifique<sup>2</sup>, TBq/g</b>	<b>Activité totale, TBq</b>	<b>Activité totale, Ci</b>
U-232					
U-234					
U-235					
U-236					
U-238					
Np-237					
Pu-238					
Pu-239					
Pu-240					
Émetteurs gamma					

<b>Tableau 1 - 4 Isotopes et Fractions A<sub>2</sub></b>				
<b>Isotope</b>	<b>Teneur maximale en radioactivité (Ci)</b>	<b>10CFR71 A<sub>2</sub> par isotope (Ci)</b>	<b>Fraction Activité</b>	<b>Fraction A<sub>2</sub></b>
U-232				
U-234				
U-235				
U-236				
U-238				
Np-237				
Pu-238				
Pu-239				
Pu-240				
Émetteurs gamma				
Total				
Mixture A2				

### **1.2.3.4 Configuration physique**

#### **1.2.3.4.1 Assemblage combustible**

La configuration des assemblages combustibles typiques est indiquée sur la Figure 1-8 Assemblage combustible avec des matériaux d'emballage en option. Les assemblages combustibles peuvent être de différents modèles et types à condition qu'ils répondent aux exigences énumérées. Les dimensions des composants principaux dans les assemblages combustibles sont répertoriées dans le Tableau 1-5. Le poids maximum du contenu y compris le combustible et le matériel d'emballage est de 684 kg (1508 livres).

#### **1.2.3.4.2 Propriétés chimiques**

Un exemple de matériaux de structure de l'assemblage combustible est illustré dans le Tableau 1-6. Alliage de zirconium, acier inoxydable et alliage Ni-Cr-Fe sont des matériaux chimiquement stables, et ils sont excellents pour la résistance à la chaleur et à la corrosion.

#### **1.2.3.4.3 Densité des matériaux**

La densité pour les matériaux de l'assemblage combustible est présentée dans le Tableau 1-7.

#### **1.2.3.4.4 Matériaux de l'emballage**

Un certain nombre de matériaux d'emballage peuvent servir à protéger l'assemblage combustible (p. ex., séparateurs en plastique et sacs de polyéthylène). Un exemple des matériaux d'emballage et leur utilisation est illustré à la Figure 1-8.

#### **1.2.3.4.5 Crayons combustibles liés**

En plus de la configuration d'assemblage combustible décrite ci-dessus, les crayons combustibles peuvent être expédiés liés ensemble en groupes de crayons jusqu'à 25 crayons au total. Les crayons combustibles sont fixés ensemble à l'aide de bagues de serrage. Le cas de sûreté-criticité pour les crayons en vrac montre que jusqu'à 25 crayons combustibles par côté peuvent être arrangés dans n'importe quelle configuration dans le volume du conteneur intérieur. Selon cette analyse de sûreté-criticité les bagues de serrage ne sont ni essentielles ni nécessaires pour maintenir la configuration des crayons combustibles.

**Tableau 1-5 Dimensions typiques des principaux composants de l'assemblage combustible et crayon combustible**

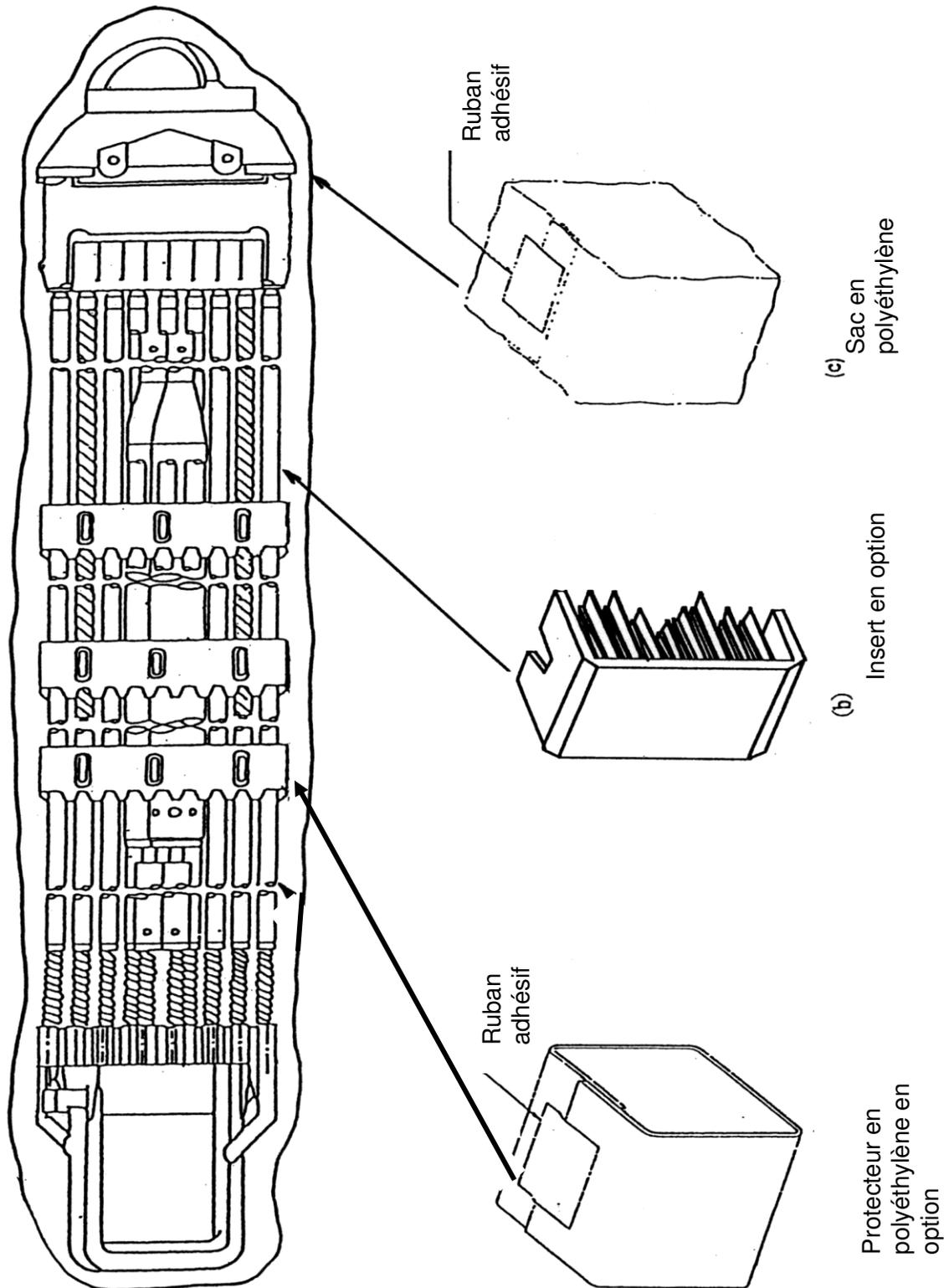
Élément	Dimensions (mm)		
Type d'assemblage combustible	Réacteur à eau bouillante.		
Longueur totale de l'assemblage combustible	Jusqu'à 4480		
Section transversale maximale de l'assemblage combustible	134 x 134		
Longueur du crayon combustible	Jusqu'à 4480 y compris crayons partiels		
Type	8x8	9x9	10x10
Longueur effective maximale du combustible	3 810	3 810	3 850
Épaisseur de la paroi de la gaine	0 - 2.06	0 - 1.70	0 - 2.21
Diamètre des pastilles combustibles	9.2-10.7	9.2-9.6	8.28-9.2
Diamètre extérieur des crayons combustibles	10.72-12.50	9.60-11.2	10.0-11.21
Diamètre intérieur de la gaine	10.44-12.19	9.5-11.1	8.80-10.33

**Tableau 1 - 6 Exemple de matériaux structuraux de combustible**

Éléments constitutifs	Éléments structurels
Pastilles	Dioxyde d'uranium fritté (dans certains cas dioxyde d'uranium mélangé avec gadolinia)
Gaine	Alliage de zirconium, zirconium métallique
Ressort intérieur	Acier inoxydable
Piège à gaz	Alliage de zirconium et acier inoxydable
Bouchon supérieure et inférieure	Alliage de zirconium
Canal d'eau	Alliage de zirconium
Selle de rail supérieure et inférieure	Acier inoxydable
Écarteur	Alliage de zirconium et alliage Ni-Cr-Fe (Inconel X-750)
Ressort	Alliage Ni-Cr-Fe
Ressort d'expansion	Alliage Ni-Cr-Fe
Écrou	Acier inoxydable
Rondelle d'ergot de verrouillage	Acier inoxydable

**Tableau 1 - 7 Densité des matériaux structuraux**

Éléments structuraux principaux	Densité
Alliage de zirconium Zirconium métallique	Environ 6.5 g/cm <sup>3</sup> (0.235 livre/pouce <sup>3</sup> )
Pastille de dioxyde d'uranium	Environ 10.4 g/cm <sup>3</sup> (0.376 livre/pouce <sup>3</sup> )
Acier inoxydable	Environ 7.8 g/cm <sup>3</sup> (0.282 livre/pouce <sup>3</sup> )
Alliage Ni-Cr-Fe	Environ 8.5 g/cm <sup>3</sup> (0.307 livre/pouce <sup>3</sup> )



**Figure 1-8 Assemblage combustible avec éléments d'emballage en option**

## **1.2.4 Caractéristiques opérationnelles**

L'emballage RAJ-II n'est pas considéré comme complexe sur le plan opérationnel. Les procédures opérationnelles et les instructions pour le chargement, déchargement et préparation des colis vides RAJ-II pour le transport sont fournis au chapitre 7.0.

## **1.3 EXIGENCES GÉNÉRALES POUR TOUS LES COLIS**

### **1.3.1 Taille minimum du colis**

Le colis RAJ-II est une boîte rectangulaire de 742 mm (29.21 pouces) de haut, 720 mm (28.35 pouces) de large par 5068 mm (199.53 pouces) de long. Ainsi, la règle 10 CFR 71.43(a) est respectée.

### **1.3.2 Dispositif inviolable**

Des goupilles de scellement sont installées à chaque extrémité du corps du conteneur extérieur et du couvercle pour l'utilisation de scelllements inviolables. Un scellement inviolable est fixé à chaque extrémité du conteneur extérieur chargé en insérant le scellement à travers les trous dans le corps et le couvercle pour sceller les goupilles et fixer le scellement. Le scellement inviolable ne peut pas être cassé facilement et fournirait la preuve de violation ou d'ouverture par une personne non autorisée. Ainsi, le règlement 10 CFR 71.43(b) est respecté.

## **2.0 ÉVALUATION STRUCTURALE**

Cette section présente des évaluations démontrant que le colis RAJ-II répond aux critères structurels applicables. L'emballage de RAJ-II, comprenant des assemblages de combustible non irradiés qui fournissent le confinement, un conteneur intérieur et un conteneur extérieur avec des absorbants en papier avec structure alvéolaire, est évalué et illustré afin de fournir une protection adéquate de la charge utile. Les Conditions Normales de Transport (NCT) et les évaluations des Conditions d'Accident Hypothétique (HAC), à l'aide de techniques analytiques et empiriques, sont effectuées pour satisfaire les exigences de performance 10 CFR 71.

De nombreux tests ont été effectués avec succès sur le colis RAJ-II lors de sa qualification initiale au Japon fournissant une base pour la sélection des essais de certification. Les tests de certification de RAJ-II ont impliqué deux unités de Test de Certification (CTU) grandeur nature à Oak Ridge, TN. Les CTUs RAJ-II ont été soumises à une série de tests de chute libre et de perforation. La CTU de RAJ-II a protégé les assemblages combustibles simulés, leur permettant de rester intacts et étanches aux fuites tout au long des essais de certification.

## **2.1 DESCRIPTION DE LA CONCEPTION STRUCTURELLE**

### **2.1.1 Discussion**

La conception et la configuration de l'emballage RAJ-II sont fournies au Chapitre 1.0. Le confinement est fourni par la gaine de combustible et bouchons soudées des crayons combustibles. Le combustible est protégé par un conteneur intérieur qui fournit des isolations thermiques et la mousse souple qui protège le combustible des vibrations. Le conteneur

intérieur est soutenu par un système d'isolation aux vibrations à l'intérieur du conteneur extérieur qui contient des blocs absorbants en bois balsa et papier kraft à structure alvéolaire imprégné de résine (ci-après appelé « papier à structure alvéolaire »). Des discussions spécifiques portant sur les aspects importants pour démontrer la configuration structurale et la performance pour les critères de conception du RAJ-II sont fournis dans les sections suivantes. Des méthodes de fabrication standard sont utilisées pour fabriquer le colis RAJ-II.

Les poids pour les différents composants et l'emballage assemblé sont fournis dans la Section 2.1.3.

#### **2.1.1.1 Structures de confinement**

Le confinement primaire des matières radioactives dans le RAJ-II est le gainage de crayons combustibles, qui est fabriqué selon des normes élevées pour utilisation dans les réacteurs nucléaires. Les normes de fabrication pour le combustible sont au-delà de ce qui est nécessaire pour fournir un confinement pour l'expédition du combustible. Le gainage des crayons combustibles est conçu pour fournir le confinement pendant toute la durée de vie du combustible, avant le chargement, pendant le transport et lorsqu'il est utilisé dans le réacteur où il fonctionne à des pressions et des températures plus élevées et doit contenir les produits de fission, mais aussi le combustible lui-même.

Les gaines pour le combustible sont des tubes sans soudure de haute qualité. Le combustible gainé est vérifié pour son étanchéité avant expédition.

#### **2.1.1.2 Structures de non-confinement**

Le RAJ-II se compose de deux structures de non confinement, le conteneur intérieur et le conteneur extérieur qui visent à protéger les assemblages combustibles et protéger les crayons gainés qui servent de confinement. La conception du conteneur intérieur offre une certaine protection mécanique même si sa fonction principale est de fournir une protection thermique. Le conteneur extérieur se compose d'une paroi métallique avec dispositifs amortisseurs à l'intérieur et un dispositif vibro-isolant pour le conteneur intérieur. La Section 1.2.1 fournit une description détaillée du conteneur intérieur et extérieur.

### **2.1.2 Critères de la conception**

La preuve de performance pour le colis RAJ-II est obtenue par une combinaison d'évaluations analytiques et empiriques. Les critères d'acceptation pour les évaluations analytiques sont conformes à 10 CFR 71 et les guides réglementaires applicables. Le critère d'acceptation pour les évaluations empiriques est une démonstration que tant le conteneur intérieur que le conteneur extérieur ne sont pas endommagés de telle sorte que leur performance pour les assemblages combustibles au cours de l'événement thermique n'est pas compromise et que le combustible lui-même n'est pas endommagé pendant les essais de certification NCT et HAC. En outre, les déformations de colis obtenues à partir d'essais de certification sont examinées du point de vue thermique, blindage, et les évaluations de criticité sont validées.

#### **2.1.2.1 Critères de conception analytique (contraintes admissibles)**

Les valeurs de contrainte admissibles utilisées pour les évaluations analytiques de performance structurelle du colis RAJ-II découlent de critères réglementaires tels que la limite d'élasticité ou 1/3 du rendement ou du Code ASME pour cette application en particulier.

### **2.1.2.2 Structures de confinement**

Le gainage du combustible fournit le confinement primaire pour le combustible nucléaire.

### **2.1.2.3 Structures de non-confinement**

Pour l'évaluation des dispositifs de levage, les contraintes admissibles sont limitées à un tiers de la limite d'élasticité matérielle, conformément aux exigences du 10 CFR 71.45(a). Pour l'évaluation des dispositifs d'arrimage, les contraintes admissibles sont limitées à la limite d'élasticité matérielle, conformément aux exigences du 10 CFR 71.45(b).

### **2.1.2.4 Modes de défaillance structurale divers**

#### **2.1.2.4.1 Rupture fragile**

En évitant l'utilisation des aciers ferritiques dans l'emballage de RAJ-II, les préoccupations de rupture fragile sont exclues. Plus précisément, la plupart des composants structuraux primaires sont fabriqués en acier inoxydable austénitique. Étant donné que ce matériau ne subit pas de transition ductile-à-fragilité à la gamme de températures d'intérêt (au-dessus de  $-40^{\circ}\text{F}$ ), il n'est pas exposé à la rupture fragile.

Les boulons de fermeture utilisés pour sécuriser les couvercles des conteneurs intérieurs et extérieurs sont en acier inoxydable, vis à tête cylindrique à six pans assurant que la rupture fragile n'est pas préoccupante. D'autres fixations critiques utilisées dans l'assemblage de conditionnement de RAJ-II offrent une redondance et sont fabriquées en acier inoxydable, éliminant encore les préoccupations de rupture fragile.

#### **2.1.2.4.2 Plage d'intensité extrême de contrainte totale**

Étant donné que la réaction du colis RAJ-II à des conditions d'accident est généralement évaluée empiriquement plutôt que de façon analytique, la plage d'intensité extrême de la contrainte totale n'a pas été quantifiée. Deux unités de test de certification grandeur nature ont passé avec succès les essais de chute libre et de perforation. L'exposition à ces conditions a démontré l'étanchéité du confinement du combustible, la stabilité de la configuration géométrique pour la sûreté-criticité et la protection pour le combustible. Ainsi le but du besoin de contrainte de la plage d'intensité extrême totale a été satisfait.

#### **2.1.2.4.3 Évaluation de flambement**

En raison du petit diamètre de la limite de confinement (le gainage des crayons combustibles) et le fait que son déplacement radial est limité par les pastilles de combustible intérieures, le flambement radial n'est pas un mode de défaillance inquiétant pour la limite de confinement. La déviation de flambement axiale est également limitée par la paroi intérieure du conteneur intérieur et du couvercle. La charge axiale appliquée au combustible est également limitée par le bois à l'extrémité de l'emballage.

On notera aussi les essais de chute de 30 pieds effectués sur des modèles grandeur nature avec le colis dans diverses orientations n'ont fourni aucune preuve de flambement quelconque du combustible. Les tests de certification ne fournissent pas de détermination spécifique de la marge de conception contre le flambement, mais sont considérés comme une preuve qu'aucun flambement ne se produira. En outre, le flambement est un problème potentiel pour assurer le

contrôle de la configuration géométrique adéquate du colis après l'accident pour le contrôle de la criticité. Cela implique non seulement la configuration intérieure du colis, mais aussi l'espace potentiel entre les colis. La déformation du RAJ-II est limitée par sa structure redondante. La paroi du colis sert à raidir les plaques d'appui qui portent la charge du conteneur intérieur par l'intermédiaire d'un mécanisme vibro-isolant. Une partie du système redondant pour réduire au minimum la déformation du combustible est le papier à structure alvéolaire qui absorbe les chocs qui transmettraient une charge latérale au combustible. Le conteneur intérieur, consistant en une paroi intérieure séparée d'une paroi extérieure par une isolation thermique, est recouvert de matériau de rembourrage qui soutient le combustible. Quel que soit le mécanisme de rupture spécifique des plaques d'appui, la déformation totale est limitée par les amortisseurs (papier à structure en nid d'abeille). Ces blocs partagent immédiatement la charge. Par conséquent, même si les plaques d'appui se tordent entraînant la déformation de la paroi extérieure, l'étendue de la déformation est limitée par le matériau amortisseur. Cela a été démontré par test pour permettre seulement 118 mm (4.7 pouces) de déformation des blocs absorbants. L'évaluation de la criticité prend en considération cette déformation. Le système redondant de soutien combiné à la vibro-isolation et le système d'absorption de choc empêche la déformation du conteneur intérieur et du combustible.

La déformation axiale résultant d'une chute en extrémité est contrôlée de façon similaire. L'extrémité du conteneur extérieur a un amortisseur de chocs en bois incorporé qui transporte la charge du conteneur intérieur à la paroi extérieure après la déflexion du dispositif de vibro-isolation. Cela réduit la charge portée par la paroi extérieure les plaques de soutien. Cela empêche les grandes charges et les déformations qui contribueraient au flambement du combustible. Le conteneur intérieur protège le combustible contre les grandes déformations ou le flambement.

Par conséquent, le système de soutien empêche le flambement de l'emballage ou du combustible qui aurait une incidence sur le contrôle de la criticité ou le confinement.

### 2.1.3 Poids et centres de gravité

La masse brute maximale d'un colis RAJ-II, y compris un poids de charge utile maximale de 684 kg (1508 livres) est de 1614 kg (3558 livres). Le Centre de Gravité vertical maximal (CG) est situé à 421 mm (16.57 pouces) au-dessus de la surface inférieure du colis pour un colis entièrement chargé. Un déplacement horizontal maximum du CG horizontal est de 92 mm (3.62 pouces).

**Tableau 2 - 1 Poids du RAJ-II**

Contenu	Nombre d'assemblages par colis Nombre de crayons combustibles par colis Poids total	Maximum 2 Assemblages Maximum 130 (voir Tableau 6.2)  684 kg (1508 livres)
Conteneur Intérieur	Corps Couvercle Couvercles d'extrémités Poids total	200 kg (441 livres) (y compris les boulons) 101 kg (223 livres) 7 kg (15.4 livres) 308 kg (679 livres)

Conteneur extérieur	Corps	485 kg (1069 livres) (y compris les boulons)
	Couvercle	137 kg (302 livres)
	Poids total	622 kg (1371 livres)
Poids total du colis		1614 kg (3558 livres)

## 2.2 MATÉRIAUX

### 2.2.1 Propriétés matérielles et spécifications

Les principaux composants structurels, c'est-à-dire parois du Conteneur Extérieur (OC) et du Conteneur Intérieur (IC), supports et blocs de fixation sont fabriqués en acier inoxydable austénitique. Les autres matériaux remplissant une fonction structurelle sont du bois (patin), balsa (amortisseur), papier à structure alvéolaire (amortisseur), silicate d'alumine (isolant thermique), mousse de polyéthylène (matériau de rembourrage) et alliage de zirconium (gainage des crayons combustibles).

### 2.2.2 Réactions chimiques, galvaniques ou autres

Les principaux matériaux de construction de l'emballage de RAJ-II (c.-à-d. en acier inoxydable austénitique, mousse de polyuréthane, isolant thermique d'alumine, papier à structure alvéolaire imprégné de résine, bois (pruche et balsa) et caoutchouc naturel) n'auront pas de réactions importantes chimiques, galvaniques ou autres dans l'air, le gaz inerte ou les environnements aquatiques, satisfaisant ainsi aux exigences du 10 CFR 71.43(d). Ces matériaux ont été utilisés auparavant, sans incident, dans des colis (RAM) de matière radioactive pour le transport de matériaux similaires de charge utile. Une expertise d'emballage RAM réussie combinée à une utilisation excellente de ces matériaux de fabrication dans des environnements industriels similaires fait en sorte que l'intégrité du colis RAJ-II ne sera pas compromise par de quelconques réactions chimiques, galvaniques ou autres.

L'emballage de RAJ-II est principalement construit en acier inoxydable série 300. Ce matériau est très résistant à la corrosion dans la plupart des environnements. La structure métallique de l'emballage de RAJ-II est composée exclusivement de cette matière et du matériel de soudure compatible avec la série 300. Étant donné que les matériaux de base et de soudure sont des matériaux de série 300, ils ont un potentiel électrochimique presque identique, minimisant ainsi toute corrosion galvanique qui pourrait se produire.

L'acier inoxydable dans la cavité de l'IC entre les parois intérieures et extérieures est rempli d'un isolant thermique de silicate en céramique d'alumine. Ce matériau n'est réactif ni avec le bois ni l'acier inoxydable, tant sec que dans l'eau. Le silicate d'alumine a une très faible teneur en chlorures libres afin de minimiser les risques de corrosion sous contrainte de la structure de l'IC.

La mousse de polyéthylène qui est utilisée dans l'IC comme matériau de rembourrage a été utilisée précédemment et est compatible avec l'acier inoxydable. La mousse de polyéthylène a une très faible teneur en chlorures et halogènes libres.

Le papier à structure en nid d'abeille imprégné de résine est utilisé dans les emballages de RAJ-II comme matériau de rembourrage. Le papier imprégné est résistant à l'eau et à la rupture. Il est faible en halogénures lixiviables.

Le caoutchouc naturel qui est utilisé comme un joint d'étanchéité pour le couvercle et dans le système de vibro-isolant, ne contient aucune substance corrosive qui aurait un effet adverse sur l'emballage RAJ-II. Ce matériau est de nature organique et non corrosif pour les limites en acier inoxydable de l'emballage RAJ-II.

### **2.2.2.1 Interaction du contenu avec les matériaux d'emballage de construction**

Les matériaux de fabrication de l'emballage RAJ-II sont vérifiés pour assurer la compatibilité avec les matériaux qui composent le contenu ou les crayons combustibles qui doivent être expédiés dans RAJ-II. Les principaux matériaux de construction de l'assemblage combustible qui pourrait entrer en contact avec l'emballage sont l'acier inoxydable et le matériau d'alliage de zirconium qui est utilisé pour le gainage des crayons combustibles. L'alliage de zirconium (y compris le métal zirconium), l'acier inoxydable et l'alliage Ni-Cr-Fe, qui forment une pellicule d'oxyde passivé sur la surface sous atmosphère normale avec une légère humidité, sont essentiellement stables. Le contact des trois sortes de métaux ci-dessus avec du polyéthylène est chimiquement stable. Ces matériaux est compatibles avec l'acier inoxydable, le polyéthylène et le caoutchouc naturel qui pourraient entrer en contact avec le contenu.

### **2.2.3 Effets de rayonnement sur les matériaux**

Puisqu'il s'agit d'un colis de combustible non-irradié, le rayonnement sur le matériel d'emballage est insignifiant. De même, les matières principales de construction et de confinement, l'acier inoxydable austénitique et le gainage en alliage de zirconium du combustible sont très résistants aux radiations.

## **2.3 FABRICATION ET EXAMEN**

### **2.3.1 Fabrication**

Le RAJ-II est fabriqué à l'aide de techniques de fabrication standard. Cela comprend le découpage, pliage et soudure de la tôle en acier inoxydable. Comme indiqué sur le dessin la soudure se fait avec soudure AWS D1.6 d'acier inoxydable. Le processus peut également être contrôlé par l'ASME Section IX ou autres codes internationaux. Le confinement, le gainage des crayons combustibles est fabriqué aux normes qui dépassent celles exigées par la Section VIII du code ASME concernant les chaudières et appareils à pression conformément aux exigences de combustible dans les réacteurs.

### **2.3.2 Examen**

Le principal moyen d'examen pour déterminer la conformité du RAJ-II aux exigences de conception est l'examen visuel de chaque composant et des unités assemblées. Cela inclut la

vérification dimensionnelle ainsi que l'examen de matériel et de la soudure. Les matériaux seront également certifiés conformément aux spécifications. Les propriétés du matériau absorbant de chocs comme le papier à structure en nid d'abeille seront aussi vérifiées.

## **2.4 NORMES DE LEVAGE ET D'ARRIMAGE POUR TOUS LES COLIS**

Pour l'analyse des composants de levage et d'arrimage du RAJ-II, les propriétés du matériel de la Section 2.2 sont prises à une température limite de 75° C (167 °F) selon la Section 2.6.1.1. Il s'agit de la température maximale atteinte lorsque le conteneur est au soleil. Le principal matériau de construction est l'acier inoxydable série 300 qui est utilisé dans le conteneur extérieur (OC).

Un colis RAJ-II chargé peut être soulevé soit avec un chariot élévateur ou des élingues. Le poids brut du colis est de 1614 kg (3558 livres) maximum. Des plaques de positionnement/protection pour le chariot élévateur et les élingues déterminent les points de levage du colis. Dans les deux cas, le colis est soulevé par en-dessous. L'absence de ces fonctionnalités de positionnement/protection ne devrait pas causer la chute du colis ni compromettre sa capacité à remplir ses fonctions requises.

Comme le centre de gravité dépend de l'existence du contenu, les raccords des élingues pour le conteneur plein et le conteneur vide sont marqués respectivement comme « Utilisation avec chargement » et « Utilisation à vide » pour éviter de mauvaises manipulations. En outre, les raccords des élingues sur le couvercle du conteneur intérieur pour soulever le couvercle seulement sont marqués comme « Utiliser pour levage couvercle » tout comme pour le conteneur extérieur.

Les dispositifs des élingues sont mécaniquement conçus pour pouvoir manipuler le colis et conteneur intérieur rempli d'assemblages combustibles en toute sécurité ; ils peuvent soulever trois fois le poids brut du colis, ou trois fois le poids brut du conteneur intérieur rempli respectivement, pour un levage rapide.

### **2.4.1 Appareils de levage**

Cette section démontre que les fixations destinées à soulever le colis RAJ-II sont conçues avec un facteur de sécurité minimum de trois concernant la déformation, selon les exigences de 10 CFR71.45 (a).

Les dispositifs de levage sur le couvercle du conteneur extérieur sont limités à soulever uniquement le couvercle du conteneur extérieur, et les dispositifs de levage dans le couvercle intérieur sont limités à soulever uniquement le couvercle du conteneur intérieur. Bien que ces appareils de levage soient conçus avec un facteur de sécurité minimum de trois concernant la déformation, des analyses détaillées ne sont pas expressément incluses dans les présentes puisque ces appareils de levage ne sont pas destinés à soulever un colis RAJ-II.

Le conteneur extérieur peut être manipulé soit avec un chariot élévateur ou des dans un filet fixé autour du colis, ne nécessitant aucun composant structurel dont la défaillance pourrait affecter la performance du colis.

## 2.4.2 Dispositifs d'arrimage

Il n'y a aucune caractéristique d'arrimage formant une partie structurelle du colis RAJ-II. Les colis sont transportés soit en conteneur ou sur des camions à plate-forme. Lorsqu'ils sont transportés dans des porte-conteneurs le renfort et le calage sont fournis pour distribuer toutes les charges dans les colis. Ce renfort et calage est personnalisé pour répondre à des configurations de transport individuels et pour utiliser le porte-conteneur spécifique. Lorsqu'ils sont transportés sur une remorque à plat, des sangles passant par-dessus le colis sont utilisées pour le fixer sur la remorque. Par conséquent, les exigences de 10 CFR 71.45(b) sont remplies puisque aucune partie structurelle du colis n'est utilisée comme un dispositif d'arrimage.

Une évaluation est effectuée sur la capacité du colis à résister à des charges verticales de 2g et latérales de 5g lorsqu'ils sont retenus par sanglage. La pire situation de chargement des colis est lorsqu'ils sont empilés dans en groupes de 9 sur une remorque à plat et sécurisés, avec un minimum de 3 sangles. Bien que les colis puissent être expédiés dans les autres configurations comme 2x3 la sangle de chargement la plus grande qui s'appliquerait au colis serait une configuration de 3x3. Entre chaque colonne adjacente de colis un étayage en bois de 2 pouces×4 pouces peut être placé là où les sangles passeront. L'évaluation ci-dessous est effectuée avec prudence sans l'étayage de 2 pouces×4 pouces en place.

Comme évaluation limitative, il est supposé que les coins extérieurs du haut à l'extérieur des colis portent toutes les charges verticales qui résulteraient de l'accélération verticale et la charge verticale nécessaire pour résister au moment de renversement de l'accélération horizontale. Les coins de tous les colis du haut porteraient effectivement la charge verticale.

## 2.5 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

### 2.5.1 Test d'évaluation

Le principal moyen de démontrer que le colis remplit les conditions d'accident réglementaires était de faire un test. Le colis a été testé à grande échelle en laissant tomber quatre unités de test de certification grandeur nature (CTU) de 9 mètres dans des orientations différentes. (Deux des unités de test ont été larguées dans le cadre de la procédure de certification japonaise). Le poids des unités a été maximisé pour offrir des conditions limitatives.

Au sein les CTUs de GNF-A, le combustible a été simulé par une section dans une boîte métallique fournissant le poids représentatif dans le lieu d'expédition d'un assemblage combustible. La section en acier a été segmentée pour empêcher la maquette d'ajouter une rigidité irréaliste au colis. Dans l'autre position d'expédition de l'assemblage combustible, une maquette d'assemblage combustible a été utilisée. Elle possède les mêmes propriétés de coupe transversale que le combustible réel. Les crayons étaient remplis de plomb pour représenter le combustible. Des poids ont été ajoutés le long de l'assemblage pour fournir la masse correcte pour le combustible qui peut être livré avec canaux ainsi que tenir compte de différence de densité entre le plomb et les pastilles d'oxyde d'uranium.

Les unités testées au Japon avaient un assemblage combustible simulé de 8X8 et des poids représentant l'autre assemblage combustible dans chaque unité de test. Le poids et les dimensions du combustible simulé étaient approximativement ceux du combustible qui sera livré dans le conteneur.

Après les essais, les crayons combustibles de GNF-A ont passé un essai de débit de fuite d'hélium démontrant le confinement.

## 2.6 CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT

Le colis RAJ-II, lorsqu'il est soumis aux Conditions Normales de Transport (NCT) spécifiées dans 10 CFR 71.71, s'est révélé avoir satisfait les exigences spécifiées dans la sous-partie E de 10 CFR 71. A l'exception de la chute libre en NCT, la principale preuve de performance NCT est apportée grâce à des méthodes analytiques. Les critères de réglementation Guide 7.6 sont démontrés comme acceptables pour les évaluations analytiques NCT présentées dans cette section.

La capacité du colis RAJ-II à supporter HAC, une chute libre de 30 pieds, une chute de perforation de 40 pouces et événement thermique de 30 minutes a également démontré la capacité des colis à supporter aussi les NCT. Des évaluations sont effectuées, le cas échéant, pour compléter ou élaborer sur les résultats de tests disponibles. Cette combinaison d'évaluations analytiques et de tests structuraux fournit une configuration initiale pour une performance thermique, blindage et de criticité en NCT. Conformément à 10 CFR 71.43(f), les évaluations réalisées avec succès ici démontrent que soumis aux tests en NCT le colis RAJ-II ne subit « aucune réduction substantielle de l'efficacité de l'emballage ».

### 2.6.1 Chaleur

Les analyses thermiques en NCT consistent à exposer le colis RAJ - II à la lumière directe du soleil et à l'air statique à 100 °F, conformément aux exigences de 10 CFR 71.71(b). Comme la puissance résiduelle est négligeable dans le combustible non irradié, tout le réchauffement provient de l'insolation solaire. La température maximale de 77 °C (171 °F) se trouve sur le couvercle du conteneur extérieur.

#### 2.6.1.1 Résumé des pressions et des températures

L'assemblage combustible montre une puissance résiduelle négligeable. Le colis RAJ-II et les composants intérieur, une fois chargé 10 CFR 71.71(c) (1) les conditions d'isolation requises, développe une température maximale de 77 °C (171 °F). La pression résultante à la température maximale est de 1.33 MPa (192.9 psia).

### 2.6.2 Froid

Les conditions de froid des NCT consistent à exposer l'emballage RAJ-II à une température ambiante constante de -40 °F. La chaleur de l'isolation et de la puissance résiduelle intérieure est présumée être de zéro. Ces conditions se traduiront par une température uniforme dans tout le colis de -40 °F. Sans charge de chaleur intérieure (c'est-à-dire, pas de contenu pour produire de la chaleur), la différence de pression nette sera seulement réduite des conditions initiales au chargement.

Pour le confinement, la principale préoccupation structurelle due à l'état froid des NCT est l'effet de l'expansion différentielle du combustible au tube d'alliage de zirconium. Pendant le refroidissement de 20 °C à -40 °C, le tube pourrait rétrécir sur le combustible à cause de la différence dans le coefficient de dilatation thermique. Toutefois, le dégagement entre le combustible et le gainage est tel que même si le combustible n'a pas rétréci, il y aurait toujours

un dégagement. Les contraintes de dilatation thermique différentielles sont négligeables dans le colis pour trois raisons : 1) la distribution de la température dans l'ensemble du colis est relativement uniforme, 2) le colis est fabriqué avec un seul type de matériau structural, et 3) le colis n'est pas restreint radialement ou axialement.

### **2.6.3 Pression externe réduite**

L'effet d'une pression externe réduite de 25 kPa (3.5 psia) conformément à 10 CFR 71.71(c)(3) est négligeable pour l'emballage de RAJ-II. Le colis RAJ-II ne contient aucun joint étanche et ne peut donc développer de pression différentielle.

### **2.6.4 Pression externe augmentée**

Le colis RAJ-II ne contient aucun joint étanche et ne peut donc développer de pression différentielle. Par conséquent, l'exigence d'augmentation de la pression externe de 140 kPa (20 psia) délimitée dans 10 CFR 71.71(c)(4) n'a aucun effet sur le colis. Le gainage étanche des crayons combustibles est conçu pour des pressions beaucoup plus élevées dans son service normal dans un réacteur et n'est pas affecté par la légère augmentation de pression externe.

Le confinement est fourni par les tubes de gainage du combustible. Ces tubes, conçus pour les conditions dans un réacteur en opération ont la capacité de résister à l'augmentation de pression externe. Le mode de défaillance de la déformation radiale n'est pas un mode de défaillance plausible étant donné que les pastilles de combustible permettraient d'éviter toute déformation importante causée par une pression externe.

### **2.6.5 Vibrations**

L'emballage de RAJ-II contient un système de montage intérieur absorbant des chocs et, par conséquent, ne peut pas développer de tensions vibratoires importantes pour les structures intérieures du colis. Par conséquent, les vibrations ayant normalement une incidence sur le transport, comme délimitées dans 10 CFR 71.71(c)(5), auront un effet négligeable sur le colis. En raison du risque d'endommagement éventuel du combustible, il ne peut donc pas être installé dans un réacteur après le transport, un soin particulier est apporté à l'emballage du combustible à l'aide d'un matériau de rembourrage et de systèmes vibro-isolants. Ces systèmes également assurent également que la limite de confinement du combustible reste également sans compromis. La structure soudée du colis léger RAJ-II n'est pas affectée par les vibrations. Toutefois, après chaque utilisation l'emballage est examiné visuellement pour des dommages potentiels.

### **2.6.6 Aspersions d'eau**

Les matériaux de construction du colis RAJ-II sont telles que le test d'aspersion identifié dans 10 CFR 71.71(c)(6) aura un effet négligeable sur le colis.

### **2.6.7 Chute libre**

Étant donné que la masse brute maximale du colis RAJ-II est de 1614 kg (3558 livres), une chute libre de 1.2 m ou quatre pieds est exigée par 10 CFR 71.71(c)(7). La Condition d'Accident Hypothétique (HAC), le test de chute libre de 9 m (30 pieds) dans 10 CFR 71.73(c)(1) est nettement plus préjudiciable que le test de chute libre des NCT de 1.2 m (4 pieds). En raison de

la nature relativement fragile de la charge de l'assemblage combustible dans le maintien de sa configuration pour une utilisation opérationnelle, tout événement qui pourrait se rapprocher de la situation de chute libre de NCT ferait en sorte que le colis soit mis hors service et réexaminé avant d'être utilisé à nouveau.

Dans le cadre des efforts pour obtenir la certification de colis au Japon par GNF-J, les essais de certification du colis, qui ont inclus une chute d'extrémité et une chute horizontale avec couvercle vers le bas ont été réalisés. Dans chaque cas une chute de 0.3 m (1 pied) et une chute de 1.2 m (4 pieds) ont été exécutées avant la chute de 9 m (30 pieds). Dans les deux cas, le RAJ-II a été légèrement endommagé, mais les dommages n'ont eu aucun effet significatif sur la performance du colis tant en ce qui concerne le confinement ou la capacité du colis à satisfaire aux exigences de 10 CFR 71.

### **2.6.8 Chute de coin**

Cet essai ne s'applique pas, puisque le poids du colis est supérieur à 100 kg (220 livres), et les matériaux structuraux utilisés dans le RAJ-II ne sont pas principalement du bois ou de la fibre agglomérée, tel que défini dans 10 CFR 71.71(c)(8).

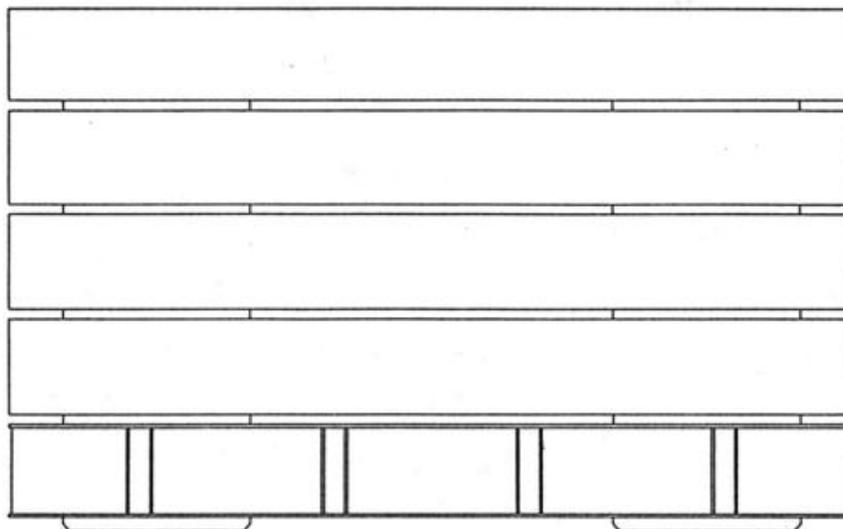
### **2.6.9 Gerbage**

Étant donné que le colis pèse moins de 5000 kg (11000 livres), comme défini dans 10 CFR 71.71(c)(9), le colis doit être capable de supporter cinq fois son poids sans dommage.

L'empilement de ces colis est tel qu'illustré à la Figure 2-12, aussi le conteneur extérieur ne soutient que la charge d'empilage. Dans ce cas, on suppose que les charges sont portées par un total de huit plaques de support placées au centre du support des seize plaques d'appui du corps du conteneur extérieur placé sur couche la plus basse. Cette hypothèse rend la superficie de la charge de maintien plus petite, aussi l'évaluation est conservatrice. La charge de compression communiquée à la plaque de support est la charge d'empilement susmentionnée, plus le poids du couvercle du conteneur extérieur.

### **2.6.10 Pénétration**

La chute d'un mètre (40 pouces) d'un cylindre en acier 6 kg (13 livres), à tête hémisphérique, de 3.2 cm (1,3 pouces) de diamètre, telle que définie dans 10 CFR 71.71(c)(10), a des conséquences négligeables sur le colis RAJ-II. Cela est dû au fait que le colis RAJ-II est conçu pour minimiser les conséquences associées au cas beaucoup plus limitatif d'une chute de 40 pouces de l'ensemble du colis sur une barre de ponction. La chute de la barre de 6 kg n'endommagera pas le conteneur extérieur.



**Figure 2-12 Configuration d'empilement**

## **2.7 CONDITIONS D'ACCIDENT HYPOTHÉTIQUE**

Le colis RAJ-II, lorsque soumis à la séquence de tests de Condition d'Accident Hypothétique (HAC) spécifié dans 10 CFR 71.73 démontre qu'il satisfait les exigences de performance spécifiées dans la sous-partie E de 10 CFR 71. La preuve principale de performance pour les tests HAC est donnée grâce à des tests grandeur nature. Une unité de test de certification (CTU) a subi un test de chute libre et de perforation pour confirmer que le conteneur intérieur et extérieur ont protégé le combustible et permis au confinement d'être maintenu après une séquence HAC sévère. Une autre CTU a subi une chute libre de 9 mètres sur son extrémité avec le confinement maintenant le combustible après la chute. L'immersion est traitée par comparaison à la base de la conception pour le combustible.

### **2.7.8 Résumé de dégâts**

Comme discuté dans les sections précédentes, les effets néfastes cumulatifs des chutes libres et une chute de perforation ont été bien supportées par RAJ-II au cours des essais de certification. Un test de fuite d'hélium suivant a confirmé que l'intégrité du confinement a été maintenue tout au long de la série de tests. Le colis a aussi été évalué avec succès quant au maintien du confinement pendant et après l'événement de feu. Par conséquent, les exigences du 10 CFR 71.73 sont respectées.

## **3.0 ÉVALUATION THERMIQUE**

Fournit une évaluation du colis pour protéger le combustible au cours de diverses conditions thermiques.

### **3.1 DESCRIPTION DE LA CONCEPTION THERMIQUE**

Le colis de RAJ-II est conçu pour fournir une protection thermique comme décrit dans la sous-partie F de 10 CFR 71 pour le transport de deux assemblages combustible BWR avec puissance résiduelle négligeable. Le RAJ-II protège le combustible grâce à l'utilisation d'un conteneur intérieur et extérieur qui limite l'exposition du combustible aux charges thermiques externes. Le conteneur intérieur isolé limite encore plus l'apport de chaleur au combustible grâce à son isolation. Le combustible nécessite très peu de protection thermique car un combustible similaire a été testé à une température de 800 °C sans rupture.

### **3.2 PROPRIÉTÉS MATÉRIELLES ET SPÉCIFICATIONS DES COMPOSANTS**

Le conteneur intérieur de RAJ-II est construit principalement en acier inoxydable série 300, bois et isolation de silicate alumine. Les espaces vides dans le conteneur intérieur sont remplis d'air à la pression atmosphérique. Le conteneur extérieur est construit en acier inoxydable série 300, bois, et papier avec structure alvéolaire imprégné de résine.

## **4.0 CONFINEMENT**

### **4.1 DESCRIPTION DU SYSTÈME DE CONFINEMENT**

#### **4.1.1 Limite du confinement**

Le conteneur de RAJ-II se limite à transporter de l'uranium faiblement enrichi, des assemblages combustibles de réacteurs nucléaires et crayons. La matière radioactive est enfermée dans des pastilles en céramique frittée ayant une solubilité très limitée et une propension minimale de suspension dans l'air. Les pastilles sont frittées à des températures supérieures à 1600 °C. Ces pastilles sont ensuite scellées dans une gaine en alliage de zirconium pour former la portion des crayons combustibles de chaque assemblage. La limite de confinement primaire pour le colis RAJ-II est le gainage de combustible. Le système de confinement comprend les pastilles en céramique frittée, protégées par des tubes en zirconium qui sont contenus dans une boîte en acier inoxydable qui est contenue dans une autre boîte en acier inoxydable.

Il n'y a aucune pénétration dans le gainage de combustible lors de l'expédition. Le gainage de combustible après le chargement des pastilles est pressurisé avec de l'hélium et bouchons sont soudés sur pour fermer le crayon. Ces soudures sont conçues pour résister à l'environnement d'exploitation rigoureux d'un réacteur nucléaire. Le combustible est testé pour fuites pour démontrer qu'il est étanche ( $<1 \times 10^{-7}$  atm-cc/s).

### **4.2 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES**

#### **4.2.1 Colis Fissiles de type A**

Le colis fissile de Type A est construit et préparé pour l'expédition de sorte qu'il n'y ait aucune perte ou dispersion du contenu radioactif et aucune augmentation significative des niveaux de rayonnement de la surface externe et aucune réduction substantielle de l'efficacité de l'emballage dans des conditions normales de transport. Les matières fissiles sont combinées en

une pastille en céramique et enfermées dans un crayon combustible en zirconium. Ces crayons sont testés contre les fuites avant l'expédition pour assurer leur intégrité.

#### 4.2.2 Colis de type B

Le colis fissile de Type B est construit et préparé pour l'expédition afin qu'il n'y ait aucune perte ou dispersion du contenu radioactif et aucune augmentation significative des niveaux de rayonnement de la surface externe et aucune réduction substantielle de l'efficacité de l'emballage dans des conditions normales de transport.

### 5.0 ÉVALUATION DU BLINDAGE

Le contenu du RAJ-II ne nécessite aucun blindage étant donné que le combustible non irradié ne dégage aucun rayonnement important que ce soit gamma ou neutrons. C'est pourquoi le RAJ-II ne fournit aucun blindage. Le blindage minimal prévu par la feuille d'acier inoxydable n'est pas nécessaire. Les limites de taux de dose fixées par 10 CFR 71.47(a) pour des conditions normales de transport (NCT) sont vérifiées avant l'expédition par mesure directe.

### 6.0 ÉVALUATION DE LA CRITICITE

#### 6.1 DESCRIPTION DE LA CONCEPTION DE LA CRITICITÉ

Une analyse de sûreté en matière de criticité est réalisée pour démontrer la sécurité du conteneur d'expédition RAJ-II. Le RAJ-II répond aux exigences applicables de l'AIEA et 10 CFR 71 pour un conteneur d'expédition de matériau fissile, transportant de l'hétérogène UO<sub>2</sub>.

L'uranium transporté dans le conteneur de RAJ-II est sous forme de pastilles UO<sub>2</sub> enfermées dans un gainage d'alliage de zirconium. Les crayons combustibles sont disposés en groupements carrés 8x8, 9x9 ou 10x10 à espacement fixe de centre à centre. Les crayons combustibles peuvent également être transportés en vrac avec aucun espacement fixe de centre à centre, regroupés dans une configuration proche emballée, ou à l'intérieur d'un tube ou étui de protection en acier inoxydable de 5 pouces diamètre.

L'exclusion d'eau du conteneur intérieur n'est pas nécessaire pour ce modèle de colis. Le conteneur intérieur est analysé dans groupements de colis intact et endommagé dans des conditions optimales de modération et s'est avéré être sûr dans les tests de Conditions Normales de Transport (NCT) et de Conditions d'Accident Hypothétique (HAC).

##### 6.1.3 Indice de sûreté-criticité

Pour le colis RAJ-II contenant des assemblages combustibles, l'analyse de criticité démontre la sécurité pour 5N = 1512 (colis intacts) et 2N = 100 (colis endommagés). L'indice correspondant de sécurité criticité (CSI) pour le contrôle de la criticité est donnée par  $CSI = 50/N$ . Comme 5N = 1512 et 2N = 100, il s'ensuit que le plus restrictif N = 50 et  $CSI = 50/50 = 1.0$ . Par conséquent, le nombre maximal autorisé de colis par envoi est de  $50/1.0 = 50$ .

Pour le colis RAJ-II contenant des crayons en vrac sous des conditions d'accident hypothétique, le contenu de 2N = 64 (groupement 8x1x8), 48 (groupement 4x2x6) colis RAJ-II

GNF RAJ-II

Rapport d'Analyse de la Sécurité Révision 7.1 Extraits du sommaire

endommagés s'avèrent être sous-critique. Par conséquent le CSI pour des fins de contrôle de criticité est de 1.6 pour un groupement 8x1x8 et 2.1 pour un groupement 4x2x6.

## Glossaire des termes et acronymes

**ASME** – American Society of Mechanical Engineers (Association d'ingénieurs mécaniques)

**ASME B&PVC** – ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Code pour chaudière et réservoir sous pression)

**ASNT** – American Society for Non-destructive Testing (Association américaine d'essais non destructifs)

**CG** – Centre de gravité

**CTU** – Unité de Test de Certification

**BWR** – Réacteur à l'eau bouillante

**HAC** – Condition d'Accident hypothétique

**IC** – Conteneur intérieur

**IC Inner Thermal Insulator (Aluminum Silicate)** – L'isolation thermique de Silicate Alumine entre les parois du conteneur intérieur et extérieur du conteneur IC pour fournir une marge plus grande aux critères établis pour condition de feu de HAC dans 10 CFR 71.73(c)(4)

**IC Lid** – Couvercle du conteneur intérieur

**IC corps** – le corps du conteneur intérieur composé de la paroi extérieure, l'isolation thermique, la paroi intérieure, le revêtement de polyéthylène et le système d'amortisseurs avec le système d'arrimage de combustible

**JIS** – Normes industrielles japonaises

**JSNDI** – Société japonaise pour l'Inspection Non destructive

**LDPE** – Polyéthylène faible densité

**NCT** – Conditions Normales de Transport

**NDIS** – Société pour Inspection non-destructive

**OC** – Conteneur extérieur

**OC corps** – Assemblage formé par la paroi inférieure de l'OC et le matériau amortisseur intérieur

**OC Lid**– Couvercle pour le conteneur extérieur.

**Packaging** – Assemblage des composants nécessaires pour assurer la conformité avec les exigences d'emballage tel que définies dans 10 CFR 71.4. Au sein de ce SAR, l'emballage est désigné comme l'emballage de RAJ-II

**Package** – L'emballage avec son contenu radioactif, tel que présenté pour le transport comme défini dans 10 CFR 71.4. Au sein de ce SAR, le colis est désigné comme le colis RAJ-II.

**Payload** – Assemblage combustible non irradié et crayons combustibles.

**RAM** – Matériau radioactif

**SAR** – Rapport d'analyse de sûreté (ce document)

**TI** – Indice de Transport

**USL** – Limite supérieure de sécurité

## 7.0 OPERATIONS DU COLIS

Ce chapitre fournit des instructions générales de chargement et de déchargement et d'opération du colis RAJ-II. Des procédures détaillées spécifiques basées sur et conforme à la demande de validation sont utilisées pour l'opération du colis. Ces procédures sont maintenues par l'utilisateur du colis et peuvent fournir des détails supplémentaires sur la gestion et l'opération du colis. En raison de la faible activité spécifique et la faible abondance de radionucléides émettrices de rayonnement gamma, les taux de dose du contenu du colis lorsqu'il est utilisé comme un colis de Type A ou de Type B sont minimales. Vu les taux faibles de dose, il n'y a aucune exigence de manutention spéciale pour la protection contre les radiations.

### 7.1 CHARGEMENT DU COLIS

Cette section décrit les procédures de chargement d'une charge utile dans l'emballage de RAJ-II.

#### 7.1.1 Préparation pour le chargement

Avant le chargement du RAJ-II avec du combustible, l'emballage est inspecté pour s'assurer qu'il est dans une condition physique irréprochable. L'inspection recherche dommage, bosses, corrosion et matériel manquant. Les critères d'acceptation et les procédures de chargement détaillées découlant de la demande de validation sont spécifiés dans les procédures écrites de l'utilisateur. Ces procédures utilisateur sont spécifiques au contenu autorisé du colis. Le confinement primaire étant les crayons combustibles scellés, les contrôles de radiation et de contamination ne sont pas requis avant le chargement. Il n'y a pas de modérateur requis, ni absorbeurs de neutrons ni joints nécessitant un test ou une inspection.

Les défauts nécessitant une réparation seront réparés avant l'expédition conformément aux procédures approuvées conformes au programme de qualité.

Lorsqu'il est utilisé comme un colis de Type B, une vérification du confinement primaire (c.-à-d., les crayons combustibles vérifiés pour fuites) sera effectuée avant l'expédition.

#### 7.1.2 Chargement du contenu

##### 7.1.2.1 Enlèvement du couvercle du conteneur extérieur

1. Retirer les boulons du couvercle.
2. Fixer les élingues sur les quatre points de fixation de levage du couvercle.
3. Retirer le couvercle extérieur

##### 7.1.2.2 Enlèvement du conteneur intérieur

1. Relâcher la bride de fixation intérieure en retirant les huit boulons.
2. Retirer le conteneur intérieur du conteneur extérieur et le poser sur la table d'emballage. Veiller à ce que le conteneur intérieur est levé en

utilisant les poignées du conteneur intérieur et non pas les poignées du couvercle du conteneur intérieur.

3. Enlever les boulons du couvercle du conteneur intérieur et enlever le couvercle.

### 7.1.2.3 Chargement d'assemblages combustible dans le RAJ-II

1. Bloquer le corps du conteneur intérieur sur la table d'emballage ou sur équipe de levage et retirer le couvercle du côté inférieur du conteneur.
2. Assurez-vous que le travail de préparation suivant pour colis a été terminé si nécessaire.
  - (a) Les séparateurs ont été insérés.
  - (b) Les protecteurs de ressorts ont été attachés.
  - (c) La mousse a été mise en place.
  - (d) Les assemblages combustibles ont été recouverts de sacs en polyéthylène.
3. Redresser la table d'emballage. (Le corps du conteneur intérieur est fixé avec des pinces.)
4. Soulever un assemblage combustible et le mettre dans le conteneur intérieur.
5. Après l'emballage d'un assemblage combustible dans le conteneur intérieur, installer les fixations de l'assemblage combustible. Emballer ensuite l'autre assemblage combustible dans le conteneur intérieur
6. Abaisser la table d'emballage dans la position horizontale de la position verticale.
7. Fixer le couvercle d'extrémité du conteneur intérieur.
8. Vérifier que les assemblages combustibles sont rangés correctement dans le conteneur.
9. Fixer le couvercle du conteneur intérieur et bien serrer les boulons (clé serrée ou comme défini dans les procédures utilisateur).
10. Placer le conteneur intérieur dans le conteneur extérieur.
11. Poser les brides de fixation et serrez les boulons.
12. Placer le couvercle du conteneur extérieur sur le colis et bien serrer les boulons (clé serrée ou tel que défini dans les procédures utilisateur).
13. Installer des dispositifs scellés sur les extrémités du conteneur extérieur.

### 7.1.2.4 Chargement des crayons en vrac dans la boîte de protection dans le RAJ-II

1. Introduire les entretoises d'embout sur chaque extrémité ou sur le bouchon d'embout de crayon combustible (en option).
2. Protéger (facultatif) chaque crayon à emballer avec un manchon/tube en polyéthylène d'un maximum de 5 mil.
3. Insérer les crayons combustibles comme indiqué ci-dessous.

Configuration de crayon en vrac	8x8 (UO <sub>2</sub> )	9x9 (UO <sub>2</sub> )	10x10 (UO <sub>2</sub> )	CANDU-14 (UC)	CANDU-25 (UC)	Generic PWR (UO <sub>2</sub> )
En vrac	≤25	≤25	≤25	s.o.	s.o.	s.o.

Emballé dans tuyau ou boîte de protection en acier inoxydable de 5 pouces <sup>(3)</sup>	≤22	≤26	≤30	≤74 <sup>(2)</sup>	≤130 <sup>(2)</sup>	≤105 <sup>(2)</sup>
Attachés ensemble	≤25	≤25	≤25	s.o.	s.o.	s.o.

(1) Une analyse précédente basée sur la configuration la plus conservatrice de crayons en vrac (c.-à-d., pas de crédit pris pour tuyau en acier inoxydable de 5 pouces)

(2) y compris crayons partiels (en réalité, appliquer rembourrage dense de crayons congruents dans le tuyau) et seulement tuyaux en acier inoxydable de 5 pouces

(3) L'ensemble de protection est formé d'une boîte en acier inoxydable avec couvercle

(4) La masse totale du contenu de la charge utile ne devant pas dépasser 684 kg, en plus de la charge maximale de U de 484 kg U

4. Placer des coussinets amortissants en mousse dans la boîte de protection si nécessaire pour empêcher tout glissement pendant le transport (en option).
5. Fermer l'étui de protection et serrer les boulons clé serré.

#### 7.1.2.5 Chargement de la boîte de protection dans le RAJ-II

1. Les crayons en vrac peuvent être chargés dans la boîte de protection soit lorsqu'ils sont placés dans le conteneur intérieur ou bien retirés du conteneur intérieur.
2. Après avoir rangé la boîte de protection dans le conteneur intérieur, fixer les dispositifs de fixation pour la boîte.
3. Vérifier que les boîtes de protection sont emballés correctement dans le conteneur.
4. Fixer le couvercle du conteneur intérieur et bien serrer les boulons (clé serrée ou comme défini dans les procédures utilisateur).
5. Poser les brides de fixation et serrez les boulons.
6. Placer le couvercle du conteneur extérieur sur le colis et bien serrer les boulons (clé serrée ou tel que défini dans les procédures utilisateur).
7. Installer des dispositifs scellés sur les extrémités du conteneur extérieur.
8. Il est permis d'expédier seulement un ou deux boîtes de protection dans un conteneur intérieur RAJ-II. Cependant, il faut prendre soin de distribuer la charge utile en toute sécurité. Lorsque qu'une seule boîte est expédiée, la cavité opposée doit être remplie de rembourrage, si nécessaire.

#### 7.1.2.6 Chargement des crayons en vrac dans le tuyau en acier inoxydable de 5 pouces dans le RAJ-II

1. Protéger (facultatif) chaque crayon à emballer avec un manchon/tube en polyéthylène d'un maximum de 5 mil. L'extrémité des manchons doit être fermée en faisant un nœud ou avec un raban adhésif et l'excès de polyéthylène coupé.
2. Placer un bloc de mousse amortissante dans l'extrémité du tuyau (en option).

## 3. Insérer les crayons combustibles comme indiqué ci-dessous.

Configuration de crayon en vrac	8x8 (UO2)	9x9 (UO2)	10x10 (UO2)	CANDU-14 (UC)	CANDU-25 (UC)	Generic PWR (UO2)
En vrac	<25	<25	<25	s.o.	s.o.	s.o.
Emballé dans tuyau ou boîte de protection en acier inoxydable de 5 pouces <sup>(3)</sup>	<22	<26	<30	<74 <sup>(2)</sup>	<130 <sup>(2)</sup>	<105 <sup>(2)</sup>
Attachés ensemble	<25	<25	<25	s.o.	s.o.	s.o.

(1) Une analyse précédente basée sur la configuration la plus conservatrice de crayons en vrac (c.-à-d., pas de crédit pris pour tuyau en acier inoxydable de 5 pouces)

(2) Y compris crayons partiels (en réalité, appliquer rembourrage dense de crayons congruents dans le tuyau) et seulement dans tuyaux en acier inoxydable de 5 pouces

(3) L'étui de protection est formé d'une boîte en acier inoxydable avec couvercle

(4) La masse totale du contenu de la charge utile ne devant ne pas dépasser 684 kg, en plus de la charge maximale de U de 484 kg U.

4. Placer des blocs de mousse amortissante contre les extrémités des crayons pour empêcher le glissement des crayons pendant le transport (en option).
5. Fermer le tuyau étroit avec bouchon d'embout.
6. Soulever chaque tuyau de 5 pouces en acier inoxydable et le placer dans le conteneur intérieur.
7. Vérifier que le/les tuyaux en acier inoxydable de 5 pouces sont correctement emballés dans le conteneur.
8. Fixer le couvercle du conteneur intérieur et bien serrer les boulons (clé serrée ou comme défini dans les procédures utilisateur).
9. Placer le couvercle du conteneur extérieur sur le colis et bien serrer les boulons (clé serrée ou tel que défini dans les procédures utilisateur).
10. Installer des dispositifs scellés sur les extrémités du conteneur extérieur.
11. Il est permis d'expédier un ou deux tuyaux de 5 pouces contenant des crayons dans un conteneur intérieur de RAJ-II. Cependant, il faut prendre soin de distribuer la charge utile d'une manière sécuritaire. Lorsque qu'un seul étui est expédié, la cavité opposée doit être remplie de rembourrage, si nécessaire.

### 7.1.2.7 Chargement des crayons en vrac (25 maximum par côté) dans le RAJ-II

1. Protéger (facultatif) chaque crayon à emballer avec un manchon/tube en polyéthylène d'un maximum de 5 mil. L'extrémité des manchons doit être fermée en faisant un nœud ou avec un raban adhésif et l'excès de polyéthylène coupé.
2. Lorsque seulement un crayon de chaque côté doit être emballé, les pinces ne sont pas nécessaires. Bloquez le crayon dans le coin inférieur

- du conteneur en espaçant uniformément 10 coussinets ou plus en mousse crantée sur la longueur du crayon.
3. Lorsque 2 crayons jusqu'à un maximum de 25 crayons doivent être emballés, le baguage avec des brides en acier n'est pas nécessaire pour les besoins de sûreté-criticité. Si le baguage est choisi, positionner 10 colliers ouverts ou plus acier uniformément de chaque côté du conteneur intérieur dans lequel les crayons en vrac sont placés.
  4. Placer les coussinets en mousse sur le dessus des colliers ouverts, poser les crayons sur la mousse.
  5. Fermer et resserrer les colliers afin que la mousse entoure les groupements de crayons. Serrer chaque collier jusqu'à ce que la mousse s'enfonce un peu.
  6. Placer des coussinets en mousse contre les extrémités des crayons, au-dessus et à côté des crayons pour empêcher les crayons de se déplacer pendant le transport.
  7. Répéter les étapes ci-dessus pour l'autre côté du conteneur intérieur, si nécessaire.
  8. Remplir chaque côté (si utilisé) avec des coussinets en mousse afin de minimiser le mouvement pendant le transport.
  9. Fixer le couvercle du conteneur intérieur et bien serrer les boulons (clé serrée ou tel que défini par la procédure utilisateur).
  10. Placer le couvercle du conteneur extérieur sur le colis et bien serrer les boulons (clé serrée tel que défini par la procédure utilisateur).
  11. Installer des dispositifs scellés sur les extrémités du conteneur extérieur.

### 7.1.3 Préparation pour transport

Lorsqu'il est utilisé comme colis de Type B un essai d'étanchéité des crayons (confinement primaire) est réalisé au cours du processus de fabrication. Une vérification des tests d'étanchéité est effectuée avant l'expédition. Il n'y a aucune mesure de température de surface requise pour ce colis.

Procédure : (Ces étapes peuvent être effectuées dans n'importe quel ordre.)

1. Remplir les documents de transport nécessaires conformément à la sous-partie C de 49 CFR 172.
2. Veiller à ce que les marquages des colis RAJ-II sont conformes à 10 CFR 71.85(c) et sous-partie D de 49 CFR 172. L'étiquetage des colis doit se faire conformément à la sous-partie E de 49CFR 172. Le placardage des colis doit se faire conformément à la sous-partie F de 49 CFR 172.
3. Examiner la surface du colis pour contamination éventuelle et taux de dosage.
4. Transférer le colis au transport et sécuriser en utilisant des attaches fixées sur le colis.

## **7.2 DÉCHARGEMENT DU COLIS**

### **7.2.1 Réception du colis par le transporteur**

Des examens de radiation et de contamination sont effectués à la réception du colis et les colis sont inspectés pour dommages importants. Il n'y a pas de gaz de fission, liquides de refroidissement ou impuretés solides à éliminer.

### **7.2.2 Enlèvement du contenu**

Après avoir détaché les attaches, le colis RAJ-II est soulevé par le transporteur soit avec un chariot élévateur ou par l'utilisation d'élingues placées autour du colis. Si soulevé par chariot élévateur, les fourches sont placées aux endroits de levage désignés et le colis est soulevé. Si les élingues soulèvent le colis, une élingue est placée sous chaque extrémité du colis selon les angles de levage qui empêchent la courroie de glisser. Il faut prendre soin que les élingues soient placées au bon endroit que le colis soit chargé ou vide.

#### **7.2.2.1 Enlèvement du couvercle du conteneur extérieur**

1. Retirer les boulons du couvercle.
2. Fixer les élingues dans les quatre fixations sur le couvercle.
3. Retirer le couvercle extérieur

#### **7.2.2.2 Enlèvement du conteneur intérieur**

1. Relâcher la bride de fixation intérieure en retirant les huit boulons.
2. Retirer le conteneur intérieur du conteneur extérieur et le poser sur la table d'emballage. S'assurer que le conteneur intérieur est soulevé en utilisant les poignées appropriées du conteneur intérieur et non pas les poignées du couvercle du conteneur intérieur.
3. Enlever les boulons du couvercle du conteneur intérieur et enlever le couvercle.

#### **7.2.2.3 Déchargement des assemblages combustibles du RAJ-II**

1. Bloquer le corps du conteneur intérieur sur la table d'emballage ou sur l'appareil de redressement et retirer le couvercle inférieur.
2. Redresser la table d'emballage. (Le corps du conteneur intérieur est fixé avec des colliers.)
3. Attacher le dispositif de levage à l'assemblage et retirer le dispositif de fixation.
4. Soulever un assemblage combustible du colis à la fois.
5. Répéter pour l'autre assemblage.

#### **7.2.2.4 Démontage / déchargement de la boîte de protection ou tuyau en acier inoxydable de 5 pouces du RAJ-II**

1. Enlever les couvercles du conteneur extérieur et intérieur tel que décrit dans les Sections 7.2.2.1 et 7.2.2.2.
2. Le conteneur intérieur peut être enlevé ou laissé en place pendant que l'on retire la boîte de protection ou le tuyau de 5 pouces.
3. Retirer le tuyau de 5 pouces en acier inoxydable avec une élingue ou retirer le couvercle de la boîte de protection.
4. Retirer les crayons du tuyau de 5 pouces ou boîte de protection.

### **7.3 PRÉPARATION DU COLIS VIDE POUR LE TRANSPORT**

Des RAJ-II vides sont préparés et transportés conformément aux exigences du 49 CFR 173.428. Avant d'expédier un RAJ-II vide, l'emballage est examiné afin de s'assurer que les niveaux de contamination sont inférieurs à la limite de 49 CFR 173.433(a). Le RAJ-II est vérifié visuellement comme étant vide. L'emballage est inspecté pour s'assurer qu'il est dans un état irréprochable et correctement fermé afin qu'il n'y ait aucune fuite de matériau dans des conditions normalement associées au transport.

Toutes les étiquettes précédemment appliquées en conformité avec la sous-partie E de la partie 172 de la présente section sont enlevées, effacées ou recouvertes, et l'étiquette « Vide » prescrite dans 49 CFR 172.450 de la présente section est apposée sur l'emballage.

### **7.4 AUTRES OPÉRATIONS**

Ce qui suit est considéré comme des éléments d'entretien normal et ne nécessite pas de QA ou d'évaluation technique pour le remplacement. Le matériel doit être du même type que les pièces d'équipement d'origine.

- a. Ensembles de support en bois
- b. Boulonnage du support
- c. Inserts de Delrin
- d. Guides de conteneurs en polyéthylène
- e. Joints
- f. Amortisseurs (Papier avec structure en nid d'abeille)
- g. Coussinets protecteurs de fourche en caoutchouc
- h. Plaques du conteneur extérieur #2 (Coussinet en caoutchouc)
- i. Marche de sécurité
- j. Bouchons en plastique
- k. Boulons de serrage des couvercles (extérieur, intérieur et inférieur)
- l. Bois de l'extrémité du conteneur intérieur (Haut)
- m. Bois de l'extrémité du conteneur intérieur (Bloc inférieur « Y »)
- n. Mousse en polyéthylène du conteneur intérieur
- o. Heliserts

Lorsque des écarts par rapport aux éléments autres que ceux énumérés ci-dessus sont identifiés, le RAJ-II doit être mis hors service et le(s) article(s) sont identifié(s) comme les matériaux non conformes et traités conformément aux procédures écrites, y compris 10 CFR 71, sous-partie H approuvé par Plan QA.

## **7.5 ANNEXE**

Aucune information complémentaire n'est requise. Le chargement et déchargement de ce colis est une opération relativement simple et systématique. Les poids, les niveaux de contamination et les taux de dosage de radiation n'imposent pas de risques significatifs ou d'opérations en dehors de la manutention normale.

Remarque : Les références réglementaires fournies, par exemple 49 CFR et 10 CFR, sont les exigences en cours. Si des références réglementaires changent, les nouvelles références sont applicables. Cela s'applique tout au long du SAR.

## **8.0 TESTS D'ACCEPTATION ET PROGRAMME DE MAINTENANCE**

### **8.1 TESTS D'ACCEPTATION**

Selon les exigences de la sous-partie G du 10 CFR 71, cette section traite des inspections et essais à effectuer avant la première utilisation du RAJ-II. Le RAJ-II est fabriqué selon un programme d'assurance qualité répondant aux exigences de la sous-partie H de 10 CFR 71.

#### **8.1.1 Inspections et mesures visuelles**

Avant la première utilisation du RAJ-II pour l'envoi de contenu sous licence, le RAJ-II devra être inspecté pour s'assurer qu'il est visiblement et durablement marqué avec son numéro de modèle, numéro de série, poids brut et numéro d'identification de colis attribué par la CNRC. Avant de demander le numéro de modèle, il sera déterminé que le RAJ-II a été fabriqué conformément à la référence des schémas dans le Certificat de Conformité NRC.

Les RAJ-II sont inspectés pour s'assurer qu'il n'y a pas de pièces ou de composants manquants (écrous, boulons, joints, bouchons, etc.) et qu'il n'y a aucun dommage d'expédition à la réception.

#### **8.1.2 Contrôles de soudure**

Les matériaux de construction d'emballage et les soudures de RAJ-II seront examinés. L'examen non destructif par le personnel de certification et qualification doit être en conformité soit avec l'American Society for non-destructive Testing (ASNT) SNT-TC-1 a (pratique recommandée) ou la Japanese Society for Non-destructive Inspection (JSND) Japanese Industrial Standard (JIS) JIS Z 2305 dernière révision.

Les unités de production suivantes seront testées comme défini dans le plan qualité de fabrication.

## **8.2 PROGRAMME DE MAINTENANCE**

### **8.2.1 Tests structurels et de pression**

Avant chaque utilisation du RAJ-II, l'emballage est soumis à une inspection visuelle pour s'assurer que l'emballage n'est pas endommagé et que les éléments sont en place. L'emballage est principalement fabriqué en acier inoxydable le rendant résistant à la corrosion. Étant donné que l'emballage n'est pas essentiel pour le confinement, il n'y a aucune exigence de test de pression pour les conteneurs intérieur ou extérieur qui composent l'emballage. Lorsqu'il est utilisé comme colis de Type B, chaque crayon combustible est contrôlé pour étanchéité et les résultats de test sont vérifiés avant expédition.

L'emballage RAJ-II est entretenu conformément à un programme d'assurance qualité de la sous-partie H de 10 CFR 71. L'emballage qui n'est pas conforme aux schémas de licence sera mis hors service jusqu'à ce qu'il soit ramené en conformité. Les réparations sont effectuées conformément aux procédures approuvées et conformes au programme d'assurance qualité.

### **8.2.5 Tests divers**

L'emballage RAJ-II est inspecté avant chaque utilisation et entretenu conformément aux schémas de licence. Une déformation localisée dans l'enveloppe est autorisée jusqu'à 25mm si la structure intérieure du colis reste dans le champ de la tolérance.

Jusqu'à 2 % du volume total du matériau de rembourrage en mousse peuvent être retirés pour les besoins d'emballage, de manutention ou suite à des déchirures ou trous dans la mousse.

Des petites bosses, déchirures et usure des coins du papier avec structure alvéolaire sont acceptables, à condition que la superficie concernée soit inférieure à 2 %. Les coins des morceaux individuels de papier avec structure alvéolaire peuvent être arrondis jusqu'à un rayon d'environ 3 pouces.