

DIRECTION DES ACTIVITES INDUSTRIELLES ET DU TRANSPORT

**CERTIFICAT D'APPROBATION D'EXPEDITION SOUS  
ARRANGEMENT SPECIAL**

**F/840/X  
USA/9329/AF-96 Rev. 3  
page 1/1**

L'Autorité compétente française,

Vu la demande présentée par le **Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)** par lettres DPSN/SSR/2008/185/GB du 2 octobre 2008, DPSN/SSR/2009/098/GB du 30 mars 2009, DPSN/SSR/2010/094 du 16 mars 2010 et DPSN/SSR/2010/249 du 26 juillet 2010,

Vu le dossier de sûreté LANL DOCKET N°71-9329 (révision 5 de juin 2010) complété par la note d'étude de criticité AREVA Federal Services LLC n°01916.01.C003.01-02 Rev. 0 du 14 janvier 2010, de la note d'étude thermique 1065/SIM/NOT/002 Ind. A du 12 juillet 2010 et la note d'étude mécanique 1065/SIM/NOT/001 Ind. A du 7 juin 2010,

Vu le certificat d'agrément USA/9329/AF-96 révision 3 délivré par l'Autorité compétente des Etats-Unis d'Amérique et valable jusqu'au 30 novembre 2011,

Vu le certificat d'agrément de matières radioactives sous forme spéciale USA/0696/S-96 révision 4 et 5 jusqu'au 30 novembre 2010 et USA/0696/S-96 révision 5 du 30 novembre au 28 février 2011 délivré par l'Autorité compétente des Etats-Unis d'Amérique.

Autorise les transports de l'emballage **S300** chargé d'une capsule SFC modèle II, possédant le certificat AIEA de l'autorité compétente pour matières radioactives sous forme spéciale référencée USA/0696/S-96, telle que décrit à l'annexe 0, dans les conditions précisées à l'annexe 0, conformément aux prescriptions des règlements, accords ou recommandations ci-après énumérés :

- règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, collection normes de sûreté, N°TS-R-1, édition de 2005 (révisée) ;
- accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (accord ADR) ;
- 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).

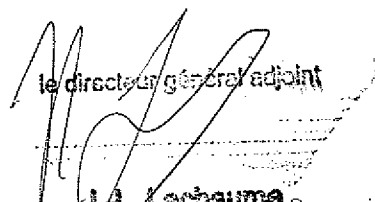
Toutes les exigences du certificat américain USA/9329/AF-96 révision 3, joint en annexe 1 et dont la traduction française est jointe en annexe 2, non contradictoires avec les exigences de l'annexe 0 doivent être respectées. En cas d'incohérence, les spécifications de l'annexe 0 prévalent.

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

La validité du présent certificat expire lorsque le transport sera effectué ou lorsque le certificat américain est annulé, et au plus tard le **28 février 2011**.

Numéro d'enregistrement : **ASN-CODEP-DIT -2010-057523**

Paris, le 19 octobre 2010

  
le directeur général adjoint  
**J.A. Lachaume**  
Boulevard Bourgoïn • 75572 Paris cedex 12  
Téléphone 01 40 19 86 00 • Fax 01 40 19 86 69

[www.asn.fr](http://www.asn.fr)

## ANNEXE 0 EMBALLAGE S 300

### 1. RAISONS JUSTIFIANT L'ARRANGEMENT SPECIAL

Le certificat d'agrément USA/9329/AF-96 délivré par l'Autorité compétente américaine n'a pas fait l'objet d'une approbation multilatérale en France.

Les mesures compensatoires additionnelles présentées pour effectuer le transport des sources PuBe permettent de répondre :

- au danger potentiel d'un incendie car la démonstration du comportement de l'emballage lors de l'épreuve réglementaire d'incendie (800°C pendant 30 minutes) a été jugée incomplète ;
- aux incertitudes du comportement mécanique du modèle de colis en conditions accidentelles de transport, les démonstrations de sûreté évaluant l'état du colis suite aux épreuves représentatives de ces conditions ayant été jugées incomplètes.

Un transport de 16 emballages S300 est à réaliser entre la France et les Etats-Unis à partir d'octobre 2010, pour une durée compatible avec la réalisation des opérations.

Le seul emballage de transport disponible et compatible avec les besoins d'entreposage du WIPP demandés par le DOE pour le territoire américain est l'emballage S300 de conception américaine.

Le contenu à transporter est limité à une capsule SFC model II contenant une ou plusieurs sources US NUMEC de PuBe. Cette capsule fait l'objet d'un agrément de conformité pour une matière radioactive sous forme spéciale délivrée par le département des transports des Etats-Unis sous la référence USA/0696/S-96 (la révision 4 expire le 30 novembre 2010. La révision 5 a été émise le 23 août 2010 avec une validité expirant le 28 février 2011). L'agrément américain est unilatéral et reconnu par l'Autorité compétente française.

La note d'étude de criticité AREVA (référence 01916.01.C003.01-02 du 14 janvier 2010) présente les conditions du transport telles qu'elles sont réalisées dans le cadre de cet arrangement spécial.

De plus les conditions de transport dans un conteneur maritime de type ISO 20 pieds répondant aux exigences supplémentaires d'un colis de type IP-2 permettent de justifier le non-risque de perforation des emballages S300 par une plaque de 500 kg.

### 2. CONDITIONS DE TRANSPORT AUTORISEES

#### 2.1 Intervenants

##### Expéditeurs et destinataires en France:

- les centres du CEA : Cadarache, Marcoule, Saclay, Fontenay-aux-roses
- les installations de l'IRSN à Fontenay-aux-roses et à Cadarache

##### Destinataire final:

- le Site de Los Alamos (Etats-Unis, Nouveau-Mexique)

##### Transporteurs, sous-traitants, commissionnaires :

- CEA ou une société désignée par le CEA
- AREVA TN International  
Etablissement PALOMA  
BP 64182  
30204 BAGNOLS SUR CEZE Cedex

Contact : CHIVRAC Céline - Tél 04 66 90 32 07

- OSR Project  
Los Alamos National Laboratory  
PO Box 1663 ; Mail Stop : J552  
Los alamos, NM 87545 USA

Contact : James Matzke - email: osrp@lanl.gov

- Compagnie maritime :  
Société identifiée par le CEA (société PULSEN selon la consultation actuelle de TNI ou autre société désignée par contractualisation avec le CEA)

## 2.2 Modalités d'expédition

Chaque colis est constitué d'un emballage S300 (figure 0.1) qui contient une capsule SFC Model II (figure 0.2). Chaque capsule est chargée d'une ou de plusieurs sources de PuBe de type US NUMEC conformément à la procédure d'utilisation de l'emballage S300 (§. 7 du S300 Safety Analysis Report) et selon des plans de chargement qui seront soumis à l'ASN. Le numéro UN relatif au transport sera 3331.

### Transport sous utilisation exclusive pour le mode de transport route.

#### Mode de transport :

Transport multimodal :

- par route, au départ des sites expéditeurs et à destination du terminal du port maritime,
- par mer pour le transport à destination des Etats-Unis comme mentionné précédemment,
- par route, au départ du port américain vers le site de Los Alamos.

#### Nombre de transports :

- 7 transports routiers (catégorie III) pour 16 colis de type A contenant des matières fissiles PuBe,
- 1 transport maritime (catégorie II) avec chargement de 6 conteneurs dans un navire INF-1,
- 1 transport maritime (catégorie II) avec chargement de 1 conteneur dans un navire hors classement INF-1.

#### Nombre maximum de colis par unité de transport routier :

- Par route : au plus 4 colis S300 par conteneur OMI de type ISO (20 pieds ou 10 pieds)

Notification préalable : les modalités sont précisées dans l'arrêté TMD modifié et dans l'arrêté RSN modifié

Direction de sécurité civile – COGIC

Autorité de sûreté nucléaire

- 15 jours au moins avant l'expédition ;
- confirmation à J-7.

#### Numéro d'urgence :

Numéro accessible 24 heures sur 24 : (00 33) 4 66 90 14 48 (N° astreinte CEA Marcoule) ;

Personnes à contacter au CEA pour information : Madame Annick Millet (00 33) 4 66 33 91 57 ou Monsieur Emmanuel Rigaut (00 33) 1 46 54 97 05.

Les procédures d'intervention en cas d'urgence sont précisées dans le PU-TMR du CEA décliné par les centres expéditeur ainsi que par des consignes élaborées par le transporteur.

### 3. DEFINITION DE L'EMBALLAGE

L'emballage S300, de conception et d'utilisation simple, est un conteneur cylindrique d'une hauteur d'environ 89 centimètres et de diamètre d'environ 60 centimètres. Il se compose d'un suremballage « le fût », d'un insert absorbeur de choc, d'un emballage cylindrique à bride « l'enceinte » et d'un insert de blindage en polyéthylène de haute densité. Il est conçu pour transporter une seule capsule de forme spéciale (SFC) de plutonium-béryllium (PuBe).

La masse brute maximale de l'emballage est de 218 kilogrammes.

La fabrication de l'emballage est conforme au plan AREVA n° 60999-SAR, planches 1 à 3, Révision 0, Plan SAR de l'emballage S300.

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

#### 3.1 Description de l'emballage et éléments de manutention

Le S300 est constitué d'un fût standard en acier de 208 litres servant de conteneur externe. Un collier de serrage standard fixé par des boulons permet de maintenir le couvercle du fût sur le corps du fût. A l'intérieur du corps du fût se trouve une gaine en polyéthylène rigide ajustée qui protège une couche épaisse de garniture en fibres (corps et couvercle). Le couvercle et sa garniture sont percés et le couvercle du fût est équipé d'un évent avec filtre. La garniture entre le fût et l'enceinte est constituée de panneaux de fibres en Celotex ® et d'une planche de contreplaqué afin d'assurer l'absorption des chocs pour l'enceinte.

L'enceinte se compose d'un cylindre en acier inoxydable soudée à un bouchon plat en acier inoxydable à son extrémité inférieure et à une bride fixée par des boulons à son autre extrémité. Elle est fermée par un couvercle plat en acier inoxydable fixé à la bride par 12 boulons en acier inoxydable. Un évent avec filtre est installé dans le couvercle. L'étanchéité entre la bride et le couvercle est assurée par un joint torique élastomère butyle ou éthylène propylène.

L'insert de blindage en polyéthylène de haute densité (PEHD) se situe à l'intérieur de l'enceinte : il est en polyéthylène massif de haute densité d'épaisseur 10 cm. Une cavité cylindrique destinée à recevoir la capsule SFC Model II est ainsi aménagée dans l'insert de blindage.

La manutention et l'arrimage seront effectués conformément à la procédure et au plan de chargement du transporteur.

#### 3.2 Fonctions de sûreté et éléments importants pour la sûreté

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

- le confinement assuré par la capsule scellée SFC Model II ;
- la protection radiologique assurée par les structures en acier et par la protection en polyéthylène ;
- la sûreté-criticité assurée par la capsule scellée de type SFC Model II ;
- la protection contre les chocs assurée notamment par la fibre de canne à sucre le corps et du couvercle de l'emballage ;
- la protection thermique assurée par la fibre de canne à sucre.

## 4. DEFINITION DU CONTENU

### 4.1 Etat physique

Le contenu transporté est de la matière radioactive sous forme spéciale.

Le contenu autorisé est défini par du plutonium ou de l'américium et les produits de désintégration respectant les exigences de la source sous forme spéciale SFC modèle II du tableau suivant :

| Radionucléide(s)   | Activité(s) maximale(s)   | Forme physico-chimique |
|--|---|------------------------|
| Plutonium-239<br>et<br>Plutonium-238<br>et<br>Plutonium-240<br>et<br>Plutonium-241<br>et<br>Plutonium-242<br>et<br>Américium-241 | Pu-239 – 3,7 TBq (100,0 Ci)<br>et<br>Pu-238 – 9,99 TBq (270,0 Ci)<br>et<br>Pu-240 – 9,99 TBq (270,0 Ci)<br>et<br>Pu-241 – 40,0 TBq (1 081,1 Ci)<br>et<br>Pu-242 – 9,99 TBq (270,0 Ci)<br>et<br>Am-241 – 9,99 TBq (270,0 Ci) | Alliage métallique     |

Chaque colis contient une seule capsule SFC Model II contenant une ou plusieurs sources PuBe dont le chargement respecte le critère de masse maximale admissible défini au présent paragraphe 4.1. A titre d'exemple pour les transports routiers de catégorie III, le tableau suivant illustre le nombre de sources par capsule et le nombre de colis par transport associé en fonction de l'expéditeur identifié :

| N° transport routier (CAT.III) | Dénomination | nombre de sources par capsule | Masse de Pu (en g) par capsule | Activité par capsule (en GBq) | Nombre de colis S300 par expédition |
|--------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1                              | CAD-CEA6-SP  | 1                             | 192                            | 441                           | 2                                   |
|                                | CAD-CEA7-SP  | 3                             | 177                            | 406                           |                                     |
| 2                              | CAD-IRSN1-SP | 1                             | 160                            | 367                           | 2                                   |
|                                | CAD-IRSN2-SP | 2                             | 160                            | 367                           |                                     |
| 3                              | CAD-IRSN3-SP | 3                             | 112                            | 257                           | 2                                   |
|                                | MAR-CEA2-SP  | 2                             | 160                            | 367                           |                                     |
| 4                              | MAR-CEA3-SP  | 4                             | 114                            | 262                           | 3                                   |
|                                | MAR-CEA4-SP  | 4                             | 112                            | 257                           |                                     |
|                                | MAR-CEA5-SP  | 4                             | 112                            | 257                           |                                     |
| 5                              | SAC-CEA10-SP | 2                             | 176                            | 404                           | 3                                   |
|                                | SAC-CEA11-SP | 3                             | 116                            | 266                           |                                     |
|                                | SAC-CEA12-SP | 4                             | 49                             | 112                           |                                     |
| 6                              | FAR-IRSN4-SP | 2                             | 176                            | 404                           | 3                                   |
|                                | FAR-CEA8-SP  | 4                             | 96                             | 220                           |                                     |
|                                | FAR-CEA9-SP  | 5                             | 80                             | 184                           |                                     |
| 7                              | MAR-CEA1-SP  | 2                             | 128                            | 294                           | 1                                   |

**NOTA :** ce tableau peut être modifié pour tenir compte des contraintes d'exploitation et des groupements de sources possibles dont les caractéristiques sont rappelées au paragraphe 4.3 suivant. La masse maximale de Pu par capsule scellée SFC Model II est définie au paragraphe 4.4.

## 4.2 Forme physico-chimique des sources US NUMEC

Les sources US NUMEC sont constituées d'un alliage métallique de PuBe (rapport atomique Be/Pu de l'ordre de 13) dont le mélange a un point de fusion de 1950°C.

L'isotopie du plutonium utilisé pour leur fabrication est selon la source:

- Pu239: min 92.7% max 100%
- Pu 240 : min 0% max 7.3%
- Pu241 : min 0% max 0.85%
- Pu 242 : min 0% max 0.05%

Le descriptif des sources neutroniques de PuBe est rappelé dans la fiche technique référencée NUMEC n°210500 de 1961 qui est jointe au courrier DPSN/SSR/2010/094 du 16 mars 2010.

## 4.3 Caractéristiques des sources PuBe

Les principales caractéristiques des sources NUMEC de PuBe sont les suivantes :

- sources fabriquées « sous forme spéciale » par la société américaine NUMEC dans les années 1960,
- capsule sous double ou triple enveloppe, avec une enveloppe interne en tantale et une enveloppe externe en acier inoxydable 304L.

La liste des sources fournies au CEA et inventoriée par le DOE est donnée ci-dessous :

| n° | Fabricant | N° de série | masse originale | masse originale d'isotope fissile | date de fabrication | Isotope fissile % |
|----|-----------|-------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1  | NUMEC     | N1920S48    | 192,0           | 178,0                             | 04/06/67            | 92,71%            |
| 2  | NUMEC     | N1600K19    | 160,0           | 149,0                             | 09/14/66            | 93,13%            |
| 3  | NUMEC     | N1600K27    | 160,0           | 149,0                             | 06/29/67            | 93,13%            |
| 4  | NUMEC     | N1600K32    | 160,0           | 149,0                             | 10/15/67            | 93,13%            |
| 5  | NUMEC     | N1600K35    | 160,0           | 149,0                             | 04/24/69            | 93,13%            |
| 6  | NUMEC     | N1120J10    | 112,0           | 104,0                             | 10/08/68            | 92,86%            |
| 7  | NUMEC     | N800H34     | 80,0            | 74,4                              | 04/01/69            | 93,00%            |
| 8  | NUMEC     | N800H35     | 80,0            | 74,4                              | 04/01/69            | 93,00%            |
| 9  | NUMEC     | N800H36     | 80,0            | 74,4                              | 04/01/69            | 93,00%            |
| 10 | NUMEC     | N800H37     | 80,0            | 74,4                              | 06/10/69            | 93,00%            |
| 11 | NUMEC     | N800H41     | 80,0            | 74,4                              | 09/24/69            | 93,00%            |
| 12 | NUMEC     | N800H42     | 80,0            | 74,4                              | 05/10/70            | 93,00%            |
| 13 | NUMEC     | N800P13     | 80,0            | 74,4                              | 11/06/68            | 93,00%            |
| 15 | NUMEC     | N480E1      | 48,0            | 45,0                              | 03/23/67            | 93,75%            |
| 16 | NUMEC     | N320B75     | 32,0            | 29,8                              | 07/09/69            | 93,03%            |
| 17 | NUMEC     | N320B76     | 32,0            | 29,8                              | 07/09/69            | 93,03%            |
| 18 | NUMEC     | N320B77     | 32,0            | 29,8                              | 07/09/69            | 93,03%            |
| 19 | NUMEC     | N320B78     | 32,0            | 29,8                              | 07/09/69            | 93,03%            |
| 20 | NUMEC     | N320B79     | 32,0            | 29,8                              | 07/09/69            | 93,03%            |
| 21 | NUMEC     | N320B80     | 32,0            | 29,8                              | 07/09/69            | 93,03%            |
| 22 | NUMEC     | N200S41     | 20,0            | 19,0                              | 07/28/66            | 95,00%            |
| 23 | NUMEC     | N160A34     | 16,0            | 14,9                              | 01/09/67            | 93,00%            |
| 24 | NUMEC     | N160A39     | 16,0            | 14,9                              | 12/23/68            | 93,00%            |
| 25 | NUMEC     | N160A47     | 16,0            | 14,9                              | 06/29/67            | 93,00%            |
| 26 | NUMEC     | N160A52     | 16,0            | 14,9                              | 10/15/67            | 93,00%            |
| 27 | NUMEC     | N160A64     | 16,0            | 14,9                              | 07/17/68            | 93,00%            |
| 28 | NUMEC     | N160A67     | 16,0            | 14,9                              | 10/08/68            | 93,00%            |

|    |       |         |      |      |          |         |
|----|-------|---------|------|------|----------|---------|
| 29 | NUMEC | N160A69 | 16,0 | 14,9 | 04/01/69 | 93,00%  |
| 30 | NUMEC | N160A70 | 16,0 | 14,9 | 04/01/69 | 93,00%  |
| 31 | NUMEC | N160A71 | 16,0 | 14,9 | 04/01/69 | 93,00%  |
| 32 | NUMEC | N160A72 | 16,0 | 14,9 | 04/01/69 | 93,00%  |
| 33 | NUMEC | N160A73 | 16,0 | 14,9 | 04/01/69 | 93,00%  |
| 34 | NUMEC | N160A74 | 16,0 | 14,9 | 04/01/69 | 93,00%  |
| 35 | NUMEC | N160A75 | 16,0 | 14,9 | 04/01/69 | 93,00%  |
| 36 | NUMEC | N160A76 | 16,0 | 14,9 | 04/01/69 | 93,00%  |
| 37 | NUMEC | N160A78 | 16,0 | 14,9 | 06/09/67 | 93,00%  |
| 38 | NUMEC | N160A79 | 16,0 | 14,9 | 06/10/69 | 93,00%  |
| 39 | NUMEC | N160A80 | 16,0 | 14,9 | 06/10/69 | 93,00%  |
| 40 | NUMEC | N160A81 | 16,0 | 14,9 | 06/10/69 | 93,00%  |
| 41 | NUMEC | N160A82 | 16,0 | 14,9 | 06/10/69 | 93,00%  |
| 42 | NUMEC | N160A83 | 16,0 | 14,9 | 06/10/69 | 93,00%  |
| 43 | NUMEC | N160A84 | 16,0 | 14,9 | 09/24/69 | 93,00%  |
| 44 | NUMEC | N160A92 | 16,0 | 14,9 | 05/10/70 | 93,00%  |
| 45 | NUMEC | N16S29  | 2,0  | 2,0  | 04/20/66 | 100,00% |
| 46 | NUMEC | N96S60  | 1,0  | 1,0  | 06/10/69 | 100,00% |
| 48 | NUMEC | N96S62  | 1,0  | 1,0  | 06/10/69 | 100,00% |

#### 4.4 Criticité

La note référencée AREVA n°01916.01.C003.01-02 Rév. 0 présente la justification de la sûreté-criticité pour les transports terrestre et maritime. La sûreté-criticité est justifiée par les analyses présentées dans cette note de calculs pour la capsule SFC Model II relatives au contenu général.

La quantité maximale de matières par colis est définie par le chargement de la capsule SFC Model II :

- Masse maximale de plutonium par capsule : 300 g

Indice de sûreté-criticité (CSI) : 4,0 par colis

#### 4.5 Débit de dose et étiquetage

L'indice de transport (IT) est déterminé par une mesure de débit de dose à 1 m des colis. Ce contrôle est effectué avant expédition.

Étiquetage : III-JAUNE (7C) - FISSILE (7E)

### 5. MESURES QUE L'EXPÉDITEUR DOIT PRENDRE AVANT EXPÉDITION

#### 5.1 Instructions d'utilisation

Avant d'effectuer le chargement de la capsule dans l'emballage, il conviendra de faire les vérifications suivantes conformément aux instructions d'utilisation « Package Operations » du chapitre 7 du « S300 Safety Analysis Report ».

L'expéditeur doit vérifier que tous les contrôles ont été correctement effectués conformément à une liste préétablie à partir des conditions d'utilisation et que les résultats de ces contrôles satisfont aux critères spécifiés et que la liste a été régulièrement émarginée, notamment en ce qui concerne :

- la présence et le bon état des composants de l'emballage, en particulier de la structure en polyéthylène
- la concordance des composants avec le contenu transporté (capsule SFC Model II) ;
- contrôle du marquage et de l'étiquetage ;

- vérification de la conformité du chargement de la capsule ;
- vérification de la fermeture du colis ;
- contrôle des opérations d'arrimage qui sont effectuées en conformité avec une procédure élaborée sous assurance de la qualité (arrimage sur véhicule routier, arrimage dans la cale du navire) ;

Les contrôles visuels sur les emballages vides sont les suivants :

1. vérification de l'intérieur et de l'extérieur de l'emballage ;
2. vérification des aménagements internes ;
3. vérification de l'état du joint élastomère ;
4. examen de l'état du couvercle ;
5. vérification de l'aspect des soudures du corps et du couvercle de l'emballage ;
6. vérification de l'état des surfaces externe (absence de traces de choc, de corrosion) ;
7. vérification de l'état de la visserie ;
8. vérification de la qualité de l'insert de blindage.

## 5.2 Instructions d'entretien

L'expéditeur doit vérifier que l'emballage livré est neuf et n'a pas à effectuer de première maintenance.

## 5.3 Contrôle des débits de dose

Vérifier et noter que les débits de dose sont inférieurs aux valeurs maximales suivantes :

- 2 mSv/h au contact des colis ;
- 2 mSv/h au contact du véhicule ;
- 0,1 mSv/h à 2 m des parois verticales du véhicule.

Ces critères seront vérifiés par des mesures de débit de dose cumulées gamma et neutrons avant expédition par route, et lors des opérations de transbordement en cale de navire. Les surfaces latérales du colis doivent être contrôlées prioritairement.

## 6. MESURES COMPENSATOIRES

### 6.1 Avant expédition

- Un contrôle de non contamination surfacique des sources NUMEC de PuBe doit avoir été effectué et enregistré sous assurance de la qualité avant leur conditionnement dans les capsules scellées SFC Model II.
- Le nombre de sources PuBe chargées dans la capsule doit être limité selon les instructions du tableau du paragraphe 4.1.
- Le chargement de la capsule dans l'emballage est réalisé conformément au mode opératoire LANL référencé « CCP-TP-069 Rév.4 contrôle visuel et conditionnement de sources scellées » du 16/11/2006.
- Un contrôle systématique de non contamination surfacique des capsules SFC Model II est effectué et enregistré sous assurance de la qualité avant chargement dans l'emballage.
- Les plans de calage des colis S300 dans les conteneurs ISO destinés au transport routier et maritime seront transmis à l'ASN pour validation avant transport.

### 6.2 Transport routier

- La vitesse du transport sur route est limitée à 80 km/h sur autoroute, 70 km/h sur les voies à grande circulation et 60 km/h sur les autres voies, sans préjudice du respect pour le type de véhicule autorisé, des prescriptions du code de la route.
- Le véhicule devra être équipé d'un système d'antiblocage des roues.



- Le transport devra être effectué dans des conditions météorologiques favorables (absence de neige, brouillard, forte pluie, verglas). La preuve de la conformité à cette mesure compensatoire sera constituée par un bulletin météorologique pour le parcours à réaliser.
- Le transport sera effectué en dehors des périodes de forte affluence (week-end, jours fériés, jours de grands départs en vacances) et lors d'une période verte telle que définie dans le calendrier « BISON FUTE » de la sécurité civile.
- Une escorte d'accompagnement et des moyens additionnels de lutte contre l'incendie seront mis en œuvre. Le nombre d'extincteurs de 6 kg de poudre par véhicule est doublé par rapport à la quantité réglementaire. L'escorte qui accompagnera le convoi sera composée de personnel formé à la lutte contre le feu (FLS au CEA) et sera équipée d'une dizaine d'extincteurs à poudre d'une capacité de 6 kg.

### 6.3 Transport maritime

- Le transport par navire se fera sans rupture de charge et les étiquettes d'identification des conteneurs seront vérifiées avant départ.
- Des mesures additionnelles seront prises sur le port pour limiter la présence à quai des conteneurs et le survol par toute marchandise en manutention devra être interdit.
- Les manutentions lors du transbordement entre le camion et la cale du navire se feront en présence d'un agent qualifié de l'expéditeur, ou de son représentant qualifié mandaté. Les opérations seront tracées sous assurance de la qualité dans le port de départ en France.
- La manutention ne se fera pas à proximité de matières combustibles : des moyens opérationnels d'extinction seront disponibles et l'opération sera réalisée en présence d'un personnel formé pour la lutte contre l'incendie.
- Les contrôles de conformité radiologique seront effectués lors du transbordement dans la cale du navire.
- Les conteneurs devront être chargés en cale de navire.
- Le gerbage au dessus des conteneurs est interdit par une prescription signalée par l'étiquetage.
- Chaque opération d'arrimage des conteneurs en cale de navire sera vérifiée par un agent de l'expéditeur ou son représentant mandaté.
- La présence de matières dangereuses de classe 1 à 5 sera interdite dans les cales où sont assujettis les conteneurs lors du transport.
- Les cales du navire contenant les conteneurs devront être équipées de moyens de détection d'incendie avec report d'alarme au poste de conduite du navire.
- Un membre de l'équipage du navire devra être sensibilisé aux risques radiologiques et aux consignes à appliquer en cas d'accident.
- Des équipements de mesure de débit de dose et de contamination devront être disponibles sur le navire lors de la navigation.

## 7. MARQUAGE

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

- la masse brute admissible (218 kg) ;
- la cote du certificat d'origine ( USA/9329/AF-96 ) ;
- le numéro de série donné par le fabricant et propre à chaque emballage conforme à ce modèle ;
- l'identification "TYPE A" ;
- l'identification de l'expéditeur et du destinataire ;
- le numéro de l'Organisation des Nations Unies (numéro 3331) précédé des lettres « UN », et la désignation officielle de transport ;
- le symbole du trèfle.

FIGURE 0.1  
SCHÉMA DE L'EMBALLAGE S300

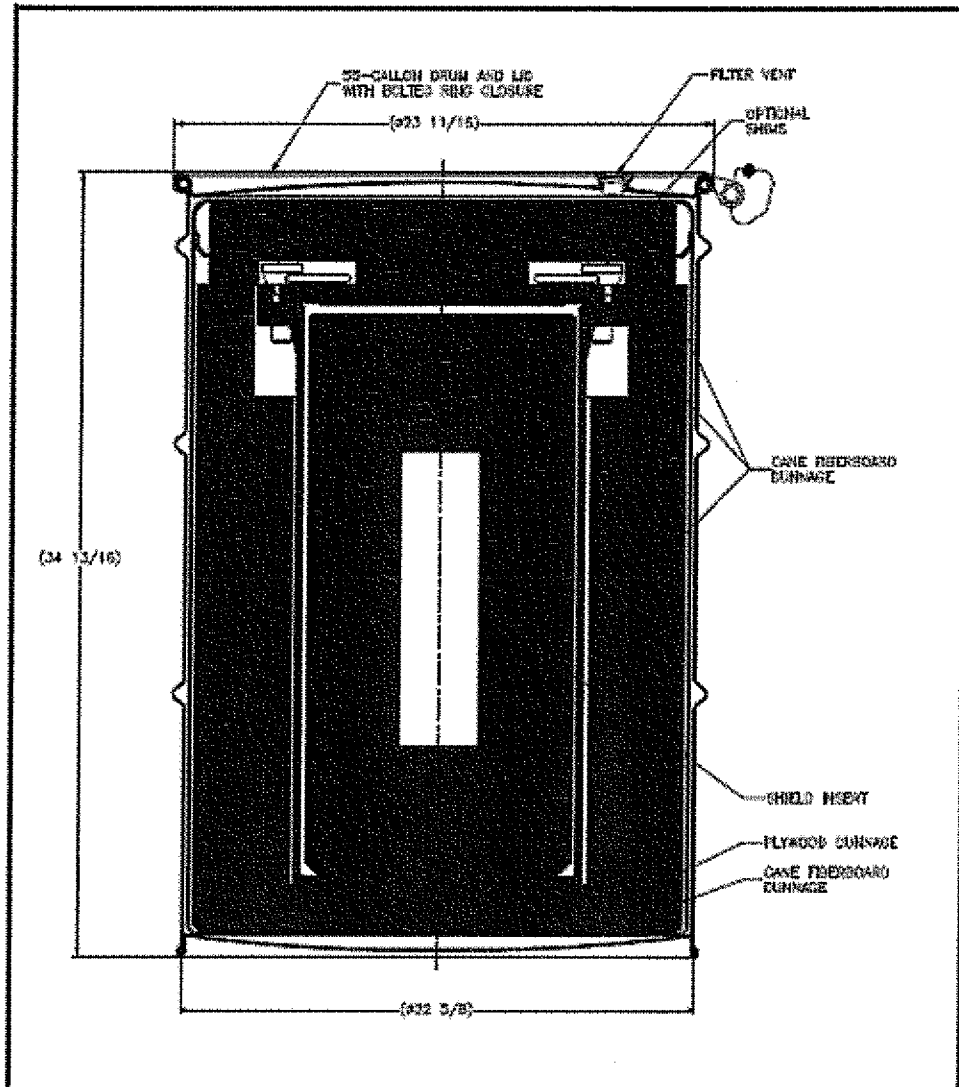


Figure 1. Cross Section of the S300

FIGURE 0.2  
SCHEMA DE LA CAPSULE MODEL II  
(dimensions en pouces)

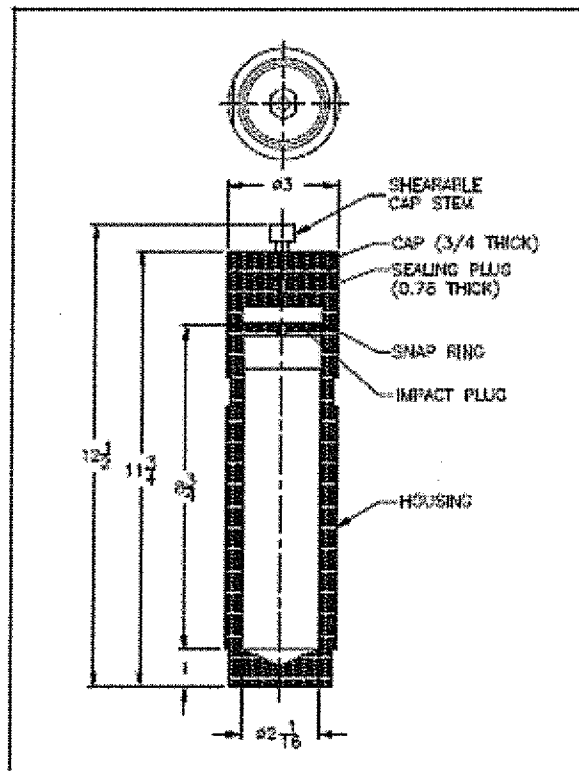


Figure 4. Cross-section of the Model II Special Form Capsule

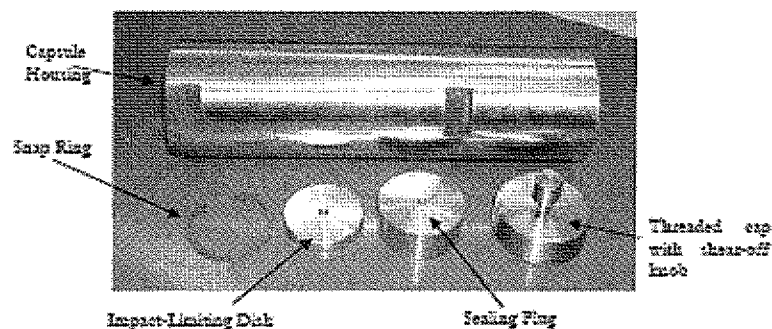


Figure 5. Components of the Model II Special Form Capsule

ANNEXE 1  
CERTIFICAT ETRANGER USA/9329/AF-96 REVISION 3



U.S. Department  
of Transportation  
Pipeline and  
Hazardous Materials  
Safety Administration

COMPETENT AUTHORITY CERTIFICATION  
FOR A TYPE FISSILE  
RADIOACTIVE MATERIALS PACKAGE DESIGN  
CERTIFICATE USA/9329/AF-96, REVISION 3

East Building, PHH-23  
1200 New Jersey Avenue Southeast  
Washington, D.C. 20590

This certifies that the radioactive material package design described has been certified by the Competent Authority of the United States as meeting the regulatory requirements for a Type AP packaging for fissile radioactive material as prescribed in the regulations of the International Atomic Energy Agency<sup>1</sup> and the United States of America<sup>2</sup>.

1. Package Identification - Model No. S300.
2. Package Description and Authorized Radioactive Contents - as described in U.S. Nuclear Regulatory Commission Certificate of Compliance No. 9329, Revision 3 (attached).
3. Criticality - The minimum criticality safety index is 4.0. The maximum number of packages per conveyance is determined in accordance with Table X of the IAEA regulations cited in this certificate.
4. General Conditions -
  - a. Each user of this certificate must have in his possession a copy of this certificate and all documents necessary to properly prepare the package for transportation. The user shall prepare the package for shipment in accordance with the documentation and applicable regulations.
  - b. Each user of this certificate, other than the original petitioner, shall register his identity in writing to the Office of Hazardous Materials Technology, (PHH-23), Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, U.S. Department of Transportation, Washington D.C. 20590-0001.
  - c. This certificate does not relieve any consignor or carrier from compliance with any requirement of the Government of any country through or into which the package is to be transported.

---

<sup>1</sup> "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 1996 Edition (Revised), No. TS-R-1 (ST-1, Revised)," published by the International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria.

<sup>2</sup> Title 49, Code of Federal Regulations, Parts 100-199, United States of America.

(- 2 -)

CERTIFICATE USA/9329/AF-96, REVISION 3

- d. This certificate provides no relief from the limitations for transportation of plutonium by air in the United States as cited in the regulations of the U.S. Nuclear Regulatory Commission 10 CFR 71.99.
  - e. Records of Quality Assurance activities required by Paragraph 310 of the IAEA regulations<sup>1</sup> shall be maintained and made available to the authorized officials for at least three years after the last shipment authorized by this certificate. Consignors in the United States exporting shipments under this certificate shall satisfy the applicable requirements of Subpart H of 10 CFR 71.
5. Special Conditions -
- a. Prior to each shipment, the package must be inspected to ensure that the packaging is conspicuously and durably marked with its model number, serial number, gross weight and package identification number.
  - b. Transport by air is not authorized.
6. Marking and Labeling - The package shall bear the marking USA/9329/AF-96 in addition to other required markings and labeling.
7. Expiration Date - This certificate expires on November 30, 2011. On July 13, 2010, this certificate supersedes all previous revisions of USA/9329/AF-96.

This certificate is issued in accordance with paragraph 814 of the IAEA Regulations and Section 173.471 and 173.472 of Title 49 of the Code of Federal Regulations, in response to the July 09, 2010 petition by Department of Energy, Washington, DC, and in consideration of other information on file in this Office.

Certified By:



Dr. Magdy El-Sibale  
Associate Administrator for Hazardous Materials Safety

Jul 12 2010  
(DATE)

Revision 3 - Issued to endorse U.S. Nuclear Regulatory Commission Certificate of Compliance No. 9329, Revision 3.

|  |                    |                                    |                                  |      |       |  |
|--|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|------|-------|--|
| NRC FORM 618<br>(3-2006)<br>10 CFR 71                                  |                    | U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION |                                  |      |       |  |
| <b>CERTIFICATE OF COMPLIANCE<br/>FOR RADIOACTIVE MATERIAL PACKAGES</b> |                    |                                    |                                  |      |       |  |
| 1. a. CERTIFICATE NUMBER   | b. REVISION NUMBER | c. DOCKET NUMBER                   | d. PACKAGE IDENTIFICATION NUMBER | PAGE | PAGES |  |
| 9329   | 3                  | 71-9329                            | USA/9329/AF-96                   | 1 OF | 4     |  |

2. PREAMBLE

- a. This certificate is issued to certify that the package (packaging and contents) described in Item 5 below meets the applicable safety standards set forth in Title 10, Code of Federal Regulations, Part 71, "Packaging and Transportation of Radioactive Material."
- b. This certificate does not relieve the consignor from compliance with any requirement of the regulations of the U.S. Department of Transportation or other applicable regulatory agencies, including the government of any country through or into which the package will be transported.

3. THIS CERTIFICATE IS ISSUED ON THE BASIS OF A SAFETY ANALYSIS REPORT OF THE PACKAGE DESIGN OR APPLICATION

- |   |  |
|---|--|
| <p>a. ISSUED TO (Name and Address)</p> <p>U.S. Department of Energy<br/>         Washington, D.C. 20585</p> | <p>b. TITLE AND IDENTIFICATION OF REPORT OR APPLICATION</p> <p>U.S. Department of Energy<br/>         application dated August 23, 2006,<br/>         as supplemented.</p> |
|---|--|

4. CONDITIONS

This certificate is conditional upon fulfilling the requirements of 10 CFR Part 71, as applicable, and the conditions specified below.

5.

a. Packaging

- (1) Model No.: S300
- (2) Description

The Model No. S300 package is a cylindrical container that is approximately 89 centimeters (35 inches) in overall height and 60 centimeters (23 inches) in overall diameter. The Model No. S300 is comprised of an overpack, pipe component, and a shielding insert. The Model No. S300 is designed to transport a single special form capsule (SFC). The maximum gross weight of the package is 217.7 kilograms (480 lbs).

The overpack design utilizes a standard 55-gallon drum as the outer container. A standard bolted clamping ring secures the drum lid to the drum body. Within the drum body is a rigid polyethylene liner (body and lid). Lid liner and lid are pierced and the drum lid is fitted with a filter vent. Within the liner is cane fiberboard dunnage and a sheet of plywood to provide shock absorption for the pipe component.

The pipe component consists of a stainless steel cylindrical pipe welded to a stainless steel flat cap at the bottom end and a bolted pipe flange at the other end. The pipe component is closed with a stainless steel flat lid attached to the flange with 12 stainless steel bolts. A filter vent is installed in the lid. The flange-to-lid seal is either a butyl or ethylene propylene elastomeric o-ring.

|  |                    |                                    |                                  |      |       |
|--|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|------|-------|
| NRC FORM 518<br>(3-2002)<br>19-CFH-71                                  |                    | U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION |                                  |      |       |
| <b>CERTIFICATE OF COMPLIANCE<br/>FOR RADIOACTIVE MATERIAL PACKAGES</b> |                    |                                    |                                  |      |       |
| 1. a. CERTIFICATE NUMBER   | b. REVISION NUMBER | c. DOCKET NUMBER                   | d. PACKAGE IDENTIFICATION NUMBER | PAGE | PAGES |
| 9329   | 3                  | 71-9329                            | USA/9329/AF-96                   | 2 OF | 4     |

5. a. Packaging (continued)

(2) Description (continued)

The shielding insert is located within the pipe component. The shielding insert is made from solid high density polyethylene plastic. Within the shielding insert is a cylindrical opening sized to accommodate the SFC.

(3) Drawings

The packaging is constructed in accordance with AREVA Drawing No. 60999-SAR, sheets 1 through 3, Revision 1, S300 Packaging SAR Drawing.

b. Contents

(1) Type and form material

Content No. 1: Plutonium-beryllium (Pu-Be) neutron sources (not to exceed  $1.519E+5$  neutrons/second per gram of plutonium).

Content No. 2: Plutonium, other than neutron sources with ( $\alpha, n$ ) target material, in solid form.

Content Nos. 1 and 2 must meet the requirements of special form sources and are limited to:

(a) The Model II source capsule - IAEA Certificate of Competent Authority Special Form Radioactive Materials Certificate Number USA/0696/S-96, issued by the U.S. Department of Transportation (DOT), assembled in accordance with AEA Technology QSA, Inc., Drawing No. R20047, Rev. B.

(b) The Model III source capsule - IAEA Certificate of Competent Authority Special Form Radioactive Materials Certificate Number USA/0695/S-96, issued by the DOT, assembled in accordance with AEA Technology QSA, Inc., Drawing No. R20048, Rev. B.

|  |                    |                                    |                                  |      |       |
|--|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|------|-------|
| NRC FORM 618<br>(6-2000)<br>10 CFR 71                                  |                    | U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION |                                  |      |       |
| <b>CERTIFICATE OF COMPLIANCE<br/>FOR RADIOACTIVE MATERIAL PACKAGES</b> |                    |                                    |                                  |      |       |
| 1. a. CERTIFICATE NUMBER   | b. REVISION NUMBER | c. CCKET NUMBER                    | d. PACKAGE IDENTIFICATION NUMBER | PAGE | PAGES |
| 9329   | 3                  | 71-9329                            | USA/9329/AF-96                   | 3 OF | 4     |

5. b. Contents (continued)

(2) Maximum quantity of material per package:

One source capsule, containing a maximum quantity of fissile plutonium (Pu-239 plus Pu-241) as shown below.

| Non-Exclusive Use Shipment     |                                | Exclusive Use Shipment         |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Model II                       | Model III                      | Model II                       | Model III                      |
| Content No. 1                  |                                |                                |                                |
| 206 grams<br>fissile plutonium | 160 grams<br>fissile plutonium | 300 grams<br>fissile plutonium | 160 grams<br>fissile plutonium |
| Content No. 2                  |                                |                                |                                |
| 300 grams<br>plutonium         | 160 grams<br>plutonium         | 300 grams<br>plutonium         | 160 grams<br>plutonium         |

Source capsule may contain radionuclides listed below within the ranges shown.

| Radionuclide | Percentage of total plutonium mass |
|--------------|------------------------------------|
| Pu-238       | 0 - 0.5%                           |
| Pu-239       | 73 - 97%                           |
| Pu-240       | 3 - 21%                            |
| Pu-241       | 0 - 3%                             |
| Pu-242       | 0 - 2%                             |
| Am-241       | 0 - 2.5%                           |

Total quantity of radioactive material within a package may not exceed a Type A quantity.

c. Criticality Safety Index

Content No. 1                      4.0

Content No. 2                      4.0

6. Transport by air is not authorized.



|  |                    |                                    |                                  |      |       |
|--|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|------|-------|
| NRC FORM 518<br>(8-2008)<br>10 CFR 71                                  |                    | U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION |                                  |      |       |
| <b>CERTIFICATE OF COMPLIANCE<br/>FOR RADIOACTIVE MATERIAL PACKAGES</b> |                    |                                    |                                  |      |       |
| 1. a. CERTIFICATE NUMBER   | b. REVISION NUMBER | c. DOCKET NUMBER                   | d. PACKAGE IDENTIFICATION NUMBER | PAGE | PAGES |
| 9329   | 3                  | 71-9329                            | USA/9329/AF-96                   | 4 OF | 4     |

7. In addition to the requirements of Subpart G of 10 CFR Part 71:
- a. Each package shall be prepared for shipment and operated in accordance with the "Package Operations," in Chapter 7 of the application.
  - b. Each package shall be tested and maintained in accordance with the "Acceptance Tests and Maintenance Program," in Chapter 8 of the application.
8. Prior to each shipment, the package must be inspected to ensure the packaging is conspicuously and durably marked with its model number, serial number, gross weight, and package identification number, USA/9329/AF-96.
9. The package authorized by this certificate is hereby approved for use under the general license provisions of 10 CFR 71.17.
10. Expiration date: November 30, 2011.

REFERENCES

U.S. Department of Energy application dated August 23, 2006.  
Supplement dated: November 8, 2006, April 19, 2007, February 9 and 10, 2009, and June 15 and 30, 2010.

FOR THE U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION

  
Eric Benner, Chief  
Licensing Branch  
Division of Spent Fuel Storage and Transportation  
Office of Nuclear Material Safety  
and Safeguards

Date: July 9, 2010



UNITED STATES  
NUCLEAR REGULATORY COMMISSION  
WASHINGTON, D.C. 20555-0001

SAFETY EVALUATION REPORT

Docket No. 71-9329  
Model No. S300 Package  
Certificate of Compliance No. 9329  
Revision No. 3

**SUMMARY**

By application dated March 23, 2010, as supplemented June 15, and 30, 2010, the U.S. Department of Energy (DOE or the applicant), requested revision of Certificate of Compliance (CoC) No. 9239, for the Model No. S300 package. The applicant requested the addition of general plutonium contents, Content No. 2, and revised the criticality analyses for the package to reflect the new contents and to model the neutron source without assuming a quantity of tantalum in the source capsule. Additionally, the applicant made minor changes to the drawing to include the removal of the metal nameplate for the packaging.

NRC staff reviewed the application using the guidance in NUREG 1609, "Standard Review Plan for Transportation Packages for Radioactive Material." Based on the statements and representations in the application, as supplemented, the staff finds that these changes do not affect the ability of the package to meet the requirements of 10 Code of Federal Regulations (CFR) Part 71.

**1.0 GENERAL INFORMATION**

The revision numbers for the IAEA Certificate of Competent Authority Special Form Radioactive Materials Certificate Nos. USA/0695/S-96 and USA/0696/S-96, issued by the U.S. Department of Transportation (DOT) have been removed from the CoC. In place, the special form capsule (SFC) drawing number and revision have been listed on the CoC. The drawing provides the design information for the SFC. Therefore, any future changes to the SFC drawing will require NRC review and incorporation into the CoC. This will allow the applicant to request non-design changes to the special form certificates from DOT, without having to also request NRC to revise the CoC.

The application included the addition of a general plutonium content, in addition to the plutonium-beryllium neutron source previously authorized for the Model No. S300. The general plutonium content was added to the CoC as Content No. 2, as plutonium which is not in the form of neutron sources with ( $\alpha, n$ ) target material. Examples of the type of material which may be shipped as Content No. 2 include: alpha reference standards (e.g., check sources), foils (e.g., threshold detectors), and other source configurations containing plutonium.

The staff evaluated the applicant's request to remove the requirement for a fixed stainless steel nameplate from Drawing No. 60999-SAR, Rev. 0, sheet 1, general note 2. The packaging has dual use as a DOT 7A Type A package for non-fissile contents. To accurately reflect the nature of the contents, the applicant intends to only mark the package as Type AF when it is being

- 2 -

used for transport of fissile contents in accordance with CoC No. 9239. Staff finds that a pre-printed label could provide a sufficiently durable marking to meet the requirements of 10 CFR 71.85 and 49 CFR 172.310; however, because the marking is not permanent, the package user must perform an inspection prior to each shipment to ensure a durable, legible marking has been applied.

## 2.0 STRUCTURAL

### 2.1 Crush Analysis

The applicant submitted a revised analysis of the dynamic crush evaluation which consisted of a finite element model of the pipe component and the SFC. The model was a detailed half symmetry model of the pipe component with bolted lid, the polyethylene shielding insert, and a representative SFC, a drop plate, and an unyielding surface. The results of the simulation demonstrated that the shielding insert inner dimensions remain larger than the largest external dimension of the SFC. Since no crushing contact occurred between the shielding insert and the SFC, no significant forces are transmitted to the SFC from the crush plate. Furthermore since the SFC was qualified by a 30-foot free drop and no forces are imparted by the crush plate, the 30-foot drop bounds the dynamic crush event.

### 2.2 Chemical, Galvanic, or Other Reactions

For the hypothetical accident condition involving a fully engulfing fire, it is assumed that the "pipe component" (which contains the SFC which contains and provides the containment boundary for the plutonium metal) is fully exposed to the effects of the fire. None of the shipping drum insulating materials or pipe component shielding materials are credited for providing any insulation for the SFC against the fire. Given this severe, but bounding assumption, the applicant provided an assessment of potential adverse chemical, galvanic, or other reactions between the SFC and its contents and/or other package materials.

The applicants' assessments are summarized as follows:

#### 2.2.1 *Effect of Fire on SFC Itself*

The pipe component and SFC are made from type 304 stainless steel. The pipe component lid bolts are made from a similar austenitic stainless steel. Stainless steels are heat and corrosion resistant and have been used "For Decades" in radioactive material transportation packages without incident. Due to the heat resisting capabilities of stainless steels, the temperatures resulting from an assumed fully engulfing fire (flame temperature of 800°C, for 30 minutes) will not adversely or permanently affect the structural or containment integrity of the SFC itself.

#### 2.2.2 *Effect of Plutonium Metal Contents on the SFC*

During a hypothetical fire, the temperature of the SFC is assumed to be above the melting temperature of plutonium (or plutonium alloys) for the entire duration of the 30-minute hypothetical fire and associated 60-minute post-fire cool-down period. Plutonium is known to be chemically reactive in the molten state, and can corrode stainless steels.

A literature review of the metallurgical data describing the reaction between plutonium and stainless steel revealed that plutonium corrodes stainless steel at a predictable rate. This corrosion rate can be used to predict the amount of SFC wall thickness that would be lost to

---

- 2 -

used for transport of fissile contents in accordance with CoC No. 9239. Staff finds that a pre-printed label could provide a sufficiently durable marking to meet the requirements of 10 CFR 71.85 and 49 CFR 172.310; however, because the marking is not permanent, the package user must perform an inspection prior to each shipment to ensure a durable, legible marking has been applied.

## 2.0 STRUCTURAL

### 2.1 Crush Analysis

The applicant submitted a revised analysis of the dynamic crush evaluation which consisted of a finite element model of the pipe component and the SFC. The model was a detailed half symmetry model of the pipe component with bolted lid, the polyethylene shielding insert, and a representative SFC, a drop plate, and an unyielding surface. The results of the simulation demonstrated that the shielding insert inner dimensions remain larger than the largest external dimension of the SFC. Since no crushing contact occurred between the shielding insert and the SFC, no significant forces are transmitted to the SFC from the crush plate. Furthermore since the SFC was qualified by a 30-foot free drop and no forces are imparted by the crush plate, the 30-foot drop bounds the dynamic crush event.

### 2.2 Chemical, Galvanic, or Other Reactions

For the hypothetical accident condition involving a fully engulfing fire, it is assumed that the "pipe component" (which contains the SFC which contains and provides the containment boundary for the plutonium metal) is fully exposed to the effects of the fire. None of the shipping drum insulating materials or pipe component shielding materials are credited for providing any insulation for the SFC against the fire. Given this severe, but bounding assumption, the applicant provided an assessment of potential adverse chemical, galvanic, or other reactions between the SFC and its contents and/or other package materials.

The applicants' assessments are summarized as follows:

#### 2.2.1 *Effect of Fire on SFC Itself*

The pipe component and SFC are made from type 304 stainless steel. The pipe component lid bolts are made from a similar austenitic stainless steel. Stainless steels are heat and corrosion resistant and have been used "For Decades" in radioactive material transportation packages without incident. Due to the heat resisting capabilities of stainless steels, the temperatures resulting from an assumed fully engulfing fire (flame temperature of 800°C, for 30 minutes) will not adversely or permanently affect the structural or containment integrity of the SFC itself.

#### 2.2.2 *Effect of Plutonium Metal Contents on the SFC*

During a hypothetical fire, the temperature of the SFC is assumed to be above the melting temperature of plutonium (or plutonium alloys) for the entire duration of the 30-minute hypothetical fire and associated 60-minute post-fire cool-down period. Plutonium is known to be chemically reactive in the molten state, and can corrode stainless steels.

A literature review of the metallurgical data describing the reaction between plutonium and stainless steel revealed that plutonium corrodes stainless steel at a predictable rate. This corrosion rate can be used to predict the amount of SFC wall thickness that would be lost to

- 4 -

The staff finds that the applicant has satisfied the requirement in 10 CFR 71.43(d) that "...no significant chemical, galvanic, or other reaction..." will occur.

Staff also completed an audit review of the entire Structural section of the application and determined that the findings for the remaining sections are still valid.

### 3.0 THERMAL

#### 3.1 Description of Thermal Design

The Model No. S300 package consists of a stainless steel SFC that is surrounded by a high density polyethylene neutron shield insert layer, a stainless steel pipe, cane fiberboard insulation layer, and 55-gallon steel drum container. The Type A quantity of fissile material is sealed in a single special form capsule; two special form capsule designs (Model II and Model III) are available.

The decay heat for the maximum payload of 350 grams of plutonium is bounded by 1.1 watts. The application states that there is no internal pressure associated with the normal condition of transport (NCT) or hypothetical accident condition (HAC) because the cavities of the Model No. S300 packaging are vented. The material properties and component specifications were addressed in the application.

#### 3.2 Normal Condition of Transport

The applicant addressed heat and cold conditions of transport. The cold conditions included a -40°F ambient temperature with no insolation. The heat conditions included 100°F ambient temperature and diurnal variation of solar insolation. The applicant constructed a two-dimensional axisymmetric lumped thermal model using the Thermal Desktop and SINDA/FLUINT programs to model the package under the normal condition of transport. It was found that the package's accessible external surface temperature was below the non-exclusive use shipment, 10 CFR 71.43(g) regulation of 122°F. Table 3.1-1 of the application provided a summary of component temperatures for the NCT analyses conducted by the applicant. The table showed that the maximum calculated component temperatures were within their allowable temperature limits.

#### 3.3 Hypothetical Accident Condition

The applicant took no credit for the packaging to resist the fire accident scenario. Rather, it was assumed that the SFC was ejected during the accident and exposed to the 1475°F fire with an emissivity of one. The fire heat-up and cool-down analyses were 30 minutes and 60 minutes, respectively, and were based on zero dimensional lumped thermal calculations. Based on the fire heat-up analysis, it was found that the plutonium within the SFC reached its melting temperature within less than 10 minutes of fire heat-up and approached the 1475°F fire temperature in less than 30 minutes. The plutonium reaching its melting temperature was considered acceptable for two reasons. First, the plutonium was initially within a solid form during shipment; it is the extremes of the accident fire condition that would result in a molten state. Second, the stainless steel special form capsule remained well below its melting point, therefore satisfying the intent of the DOT definition of special form material and 10 CFR 71.75(a)(3). It was stated in the application that the chemical reactions between the molten plutonium and the stainless steel capsule (e.g., Pu-Fe eutectic formation, oxidation of

---

- 5 -

plutonium with air at high temperature) would not compromise the structural integrity of the capsule. Likewise, the application stated that in the event that the high density polyethylene shielding remained adjacent to the SFC and underwent combustion, the products of combustion would not corrode the stainless steel SFC during the HAC time period.

### 3.4 Evaluation Findings

Based on a review of the thermal sections of the application, the staff finds reasonable assurance that the package meets the thermal requirements of 10 CFR Part 71.

## 4.0 CONTAINMENT

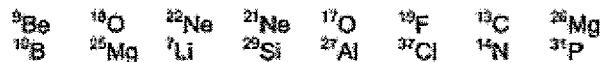
Containment is provided by the special form capsule. The applicant has made no changes to the containment section of the application.

## 5.0 SHIELDING

The applicant revised the shielding analysis for the Model No. S300 to add non-neutron source plutonium (i.e., plutonium without  $(\alpha,n)$  target material, such as beryllium), to add other  $(\alpha,n)$  neutron sources as allowable contents, and to include the polyethylene drum liner in the shielding analysis for normal conditions of transport.

For the non-neutron source plutonium, the applicant did not perform any additional shielding analyses. The gamma source for the plutonium contents is identical to that of the neutron source plutonium contents that were previously evaluated for this package design, and the neutron source is negligible compared to the plutonium-beryllium ( $\text{PuBe}_{13}$ ) source material. Therefore, the external dose rates for the non-neutron source plutonium material will be bounded by those for the  $\text{PuBe}_{13}$  contents.

Table 9 of the application for the Model No. S300 shows a list of target isotopes that may be used in  $(\alpha,n)$  neutron sources, and compares the total neutron source to that from the  $\text{PuBe}_{13}$  source material. This table demonstrates that, for the target isotopes considered, the neutron source associated with the  $\text{PuBe}_{13}$  source material considered in the shielding analysis bounds the target materials in Table 5-9, for the same mass of plutonium. The following isotopes were considered in the analysis, and would be acceptable contents in the Model No. S300, when authorized in the Model II or Model III special form source capsule, and when the plutonium content is limited to that shown in the CoC for each capsule:



Staff notes that these additional target materials are not currently incorporated into the Model II or Model III special form source capsule, IAEA Certificate of Competent Authority Special Form Radioactive Materials Certificate Nos. USA/0696/S-96, and USA/0695/S-96, and will not be incorporated into the CoC at this time.

The applicant revised the shielding analysis for normal conditions of transport to include the 0.11 inch (0.28 centimeter) 55-gallon drum liner that is part of the shielding design. Additionally, for all shielding calculations, the applicant revised the analysis to remove the conservative assumption that the plutonium is infinitely dilute in beryllium, and instead model the material as  $\text{PuBe}_{13}$ , which reduces the neutron source output. All other modeling assumptions to determine

the external dose rates under normal conditions of transport remain unchanged from the previously submitted application.

The applicant used the MCNP v1.40 three dimensional Monte Carlo neutral particle transport code with continuous energy cross sections for all gamma and neutron shielding calculations. The MCNP code system is a standard in the nuclear industry for performing Monte Carlo criticality safety and radiation shielding calculations. The resulting calculated fluxes are converted to dose rates using the ANSI/ANS-6.1.1-1977 flux-to-dose-rate conversion factors for both neutron and gamma radiation.

The resulting maximum external dose rates under normal conditions of transport for both the Model II and Model III special form capsules are given in Tables 5-2, 5-3, and 5-4 of the application, and are summarized in the following Tables.

Table 1: NCT Maximum Dose Rates (mrem/hr)

| Location: | Model II Capsule (206 g Pu) |         | Model III Capsule (160 g Pu) |         |
|-----------|-----------------------------|---------|------------------------------|---------|
|           | Surface                     | 1 Meter | Surface                      | 1 Meter |
| Gamma:    | 12.4                        | 0.5     | 9.6                          | 0.4     |
| Neutron:  | 187                         | 7.0     | 145.2                        | 5.4     |
| Total:    | 199.4                       | 7.5     | 154.8                        | 5.8     |

Table 2: NCT Maximum Dose Rates Under Exclusive Use (mrem/hr)

| Location: | Model II Capsule (Exclusive Use - 350 g Pu) |                 |                               |                   |
|-----------|---|-----------------|-------------------------------|-------------------|
|           | Surface                                     | Vehicle Surface | 2 Meters from Vehicle Surface | Occupied Location |
| Gamma:    | 21.0  | 0.9             | 0.1                           | <0.1              |
| Neutron:  | 317.7                                       | 11.8            | 1.6                           | <1.6              |
| Total:    | 338.7                                       | 12.7            | 1.7                           | <1.7              |

The applicant's shielding analysis under normal conditions of transport demonstrates that the package meets all applicable dose rate limits in 10 CFR 71.47.

The applicant also revised the shielding analysis under hypothetical accident conditions to include the shielding effect of the special form capsule. The shielding model conservatively treats the special form capsule as a point neutron source, with spherical stainless steel shielding the same thickness of the special form capsule wall. The resulting external dose rates are given in Table 5-5 of the application, and summarized in the following table.

Table 3: HAC Dose Rates for Maximum Source (mrem/hr)

| 1 Meter from 350 g Pu Source |      |
|------------------------------|------|
| Gamma:                       | 2.7  |
| Neutron:                     | 58.3 |
| Total:                       | 61.0 |

The applicant's shielding analysis under hypothetical accident conditions demonstrates that the package meets the applicable dose rate limits in 10 CFR 71.51(a).

The staff performed calculations to confirm the applicant's calculated hypothetical accident conditions external dose rates. Using assumptions similar to the applicant's, staff performed a hand calculation for a point neutron source, using the ANSI/ANS-6.1.1-1977 flux-to-dose-rate

- 7 -

conversion factors for neutron radiation. The staff's calculation resulted in external dose rates under hypothetical accident conditions that agreed with those calculated by the applicant.

Based on review of the statements and representations in the application, the applicant has shown and the staff finds that the Model No. S300 package, when limited to the contents as described in the shielding analysis, meets all applicable dose rate limits in 10 CFR Part 71.

## 6.0 CRITICALITY

The applicant revised the criticality analysis to consider plutonium-beryllium neutron sources without tantalum cladding, and to include non-neutron source plutonium as allowable contents. The applicant also revised the criticality analysis under normal conditions of transport to modify several input assumptions, and revised the criticality analysis under hypothetical accident conditions to consider finite arrays.

For the criticality analysis of both the neutron source and general plutonium contents under normal conditions of transport, the applicant assumed that the outer packaging was removed, and only the pipe component with the SFC and polyethylene shielding remained. For the single package evaluation, the pipe component is modeled with a thick water reflector external to the package. The array under normal conditions of transport is modeled as an infinite hexagonal array. The  $k_{eff}$  under both scenarios is negligible due to the fact that 1) under normal conditions of transport, no water is present inside the package, 2) the single package reactivity is limited by geometry and the small amount of fissile material present, and 3) the polyethylene shielding prevents neutron communication between packages in an array.

For the criticality analysis of single packages with neutron source and general plutonium contents under hypothetical accident conditions, the applicant considered the SFC either inside the pipe component or by itself, to determine which scenario is more reactive. In both cases, water was assumed to flood the SFC. For the neutron source contents, the water is modeled in the void space around the source, since the source is clad with stainless steel which prevents mixing of the contents with water. For the general plutonium contents, the plutonium is modeled either as a discrete lump or homogeneously mixed with water. For either content type, the package is most reactive assuming the SFC remains in the pipe component, due to the better neutron reflection provided by the polyethylene. The maximum reactivity for any of the single package cases under hypothetical accident conditions is less than a  $k_{eff}$  of 0.4.

The criticality analysis of arrays of packages under hypothetical accident conditions for neutron source contents was significantly revised from the previous analysis, which considered infinite arrays of SFCs external to the S300 packaging. As it can't be shown that all neutron sources were manufactured with tantalum cladding, which was modeled in the previous analysis, the applicant has removed this material from the criticality model. Since tantalum is a strong neutron absorber, and removing it makes the sources much more reactive, the hypothetical accident conditions analysis now considers finite arrays.

The applicant considered hexagonal, close-packed arrays of Model II SFCs containing up to 350 grams  $^{239}\text{Pu}$  in  $\text{PuBe}_{13}$ , and Model III SFCs containing up to 160 grams  $^{239}\text{Pu}$  in  $\text{PuBe}_{13}$ . The sources are modeled external to the S300 packaging, and include the  $\text{PuBe}_{13}$  source material and the stainless steel capsule material. The applicant considers varying amounts of water leakage into the SFC, as well as varying density of water between each SFC. The array model includes full water reflection external to the array. The applicant modeled the hypothetical accident conditions array as a cylinder of at least 334 packages, to support a

---



- 8 -

criticality safety index (CSI) of 0.3. Between two and four layers of SFCs were modeled, and the number of SFCs was adjusted to maintain the cylindrical shape of the array, often resulting in more than 334 packages being modeled. The results of the criticality analysis for an array of S300 packages with neutron source contents under hypothetical accident conditions are contained in Tables 6-11, 6-12, and 6-13 of the application. The most reactive condition was for a three-layer array of Model II SFCs, with full density water inside the SFC and void between the SFCs. This condition resulted in a calculated  $k_{eff}$  of 0.9045, well below the calculated upper subcritical limit (USL) of 0.9257.

For the general plutonium contents under hypothetical accident conditions, the applicant modeled hexagonal, close-packed arrays of Model II SFCs containing up to 300 grams  $^{239}\text{Pu}$ , and Model III SFCs containing up to 160 grams  $^{239}\text{Pu}$ . Since the geometric form of the plutonium is unspecified, water that is assumed to enter the SFC under hypothetical accident conditions is assumed to mix homogeneously with the  $^{239}\text{Pu}$  contents, resulting in a much more reactive condition than the discrete neutron sources modeled previously. The result is that only 25 packages with general plutonium contents can be shown to be subcritical under hypothetical accident conditions, leading to a CSI of 4.0. The results of the criticality analysis for an array of S300 packages with general plutonium contents under hypothetical accident conditions are contained in Tables 6-14, and 6-15 of the application. The most reactive condition was for a single-layer array of 25 Model II SFCs, with full density water inside the SFC and void between the SFCs. This condition resulted in a calculated  $k_{eff}$  of 0.9239, below the calculated USL of 0.9257.

The applicant used the MCNP5 v1.40 three dimensional Monte Carlo neutral particle transport code, primarily with continuous energy ENDF/B-VI cross sections, for all criticality calculations. The applicant performed a benchmarking analysis using 102 critical experiments selected from the *International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments*, based on their similarity to the S300 package model. The selected experiments span a wide range of neutron energies, due to the fact that the S300 models typically involve an intermediate spectrum. The applicant determined a USL for four groups of benchmark neutron spectra: fast, intermediate, thermal, and all experiments. The lowest of these, 0.9257 for intermediate experiments, was selected as the USL for the S300 criticality analysis.

The staff performed confirmatory analyses of the S300 package using the CSAS26 sequence of the SCALE code system with the KENO VI three dimensional Monte Carlo criticality transport program and continuous energy ENDF/B-VII cross sections. Using assumptions similar to the applicant's for the arrays of SFCs under hypothetical accident conditions, the staff's confirmatory calculations resulted in a maximum  $k_{eff}$  similar to what was reported in the application. The staff's analyses therefore confirm that the S300 package will meet the criticality safety requirements of 10 CFR Part 71.

Staff identified that the application did not provide a minimum limit for beryllium in the PuBe source. All analysis was performed assuming PuBe<sub>1:1</sub>. Staff has limited the maximum grams of plutonium to 300 grams, and assigned the CSI of 4.0 to the PuBe contents.

Based on review of the statements and representations in the application, the staff concludes that the nuclear criticality safety design has been adequately described and evaluated and that the package meets the criticality safety requirements of 10 CFR Part 71.

- 9 -

**CONDITIONS:**

As a result of the revision request, the following changes have been made to the Certificate:

Condition No. 5.a(2) was revised to remove the reference to plutonium-beryllium contents.

Condition No. 5.a(3), was revised to reflect Revision 1 of the S300 Packaging SAR Drawing.

Condition No. 5.b(1) was revised to designate plutonium-beryllium neutron sources as Content No. 1, and to specify the limit of  $1.519E+5$  neutrons/second per gram of plutonium. The general plutonium contents were added as Content No. 2. Additionally, the revision number, Revision 4, of the special form source certificates for both the Model II and Model III source capsules was removed. The source capsule drawing for each special form certificate was added.

Condition No. 5.b(2) was revised to reflect the addition of the general plutonium contents as Content No. 2, and to provide the maximum quantity of fissile plutonium allowed in each model source capsule for Content No. 2, in grams. The maximum quantity of plutonium was reduced from 350 grams to 300 grams for Content No. 1.

Condition No. 5.c was updated to incorporate the change in Criticality Safety Index (CSI) from 0.0 to 4.0, to reflect the results of the revised criticality analysis for the existing contents (Content No. 1). Additionally, a CSI of 4.0 was added for Content No. 2.

Condition No. 8 was added to require inspection of the package identification marking prior to each shipment.

As a consequence of the inclusion of the new Condition No. 8, the previous Condition Nos. 8 and 9, were renumbered 9 and 10, respectively.

**CONCLUSION**

Based on the statements and representations in the application, and the conditions listed in the Certificate, the staff concludes that the design has been adequately described and evaluated and meets the requirements of 10 CFR Part 71. These changes do not affect the ability of the package to meet the requirements of 10 CFR Part 71.

Issued with Certificate of Compliance No. 9329, Revision No. 3,  
on July 9, 2010.



U.S. Department  
of Transportation

East Building, PHH-23  
1200 New Jersey Avenue SE  
Washington, D.C. 20530

Pipeline and  
Hazardous Materials  
Safety Administration

**CERTIFICATE NUMBER:** USA/9329/AF-96, Revision 3

**ORIGINAL REGISTRANT(S):**

Mr. Mark A. Gilbertson  
Department of Energy  
Washington, 20585  
USA

Dr. James M. Shuler  
Manager, Packaging Certification Program  
Department of Energy  
U.S. Department of Energy  
1000 Independence Ave, SW  
EM-60  
Washington, DC 20585

Dae Chung  
Department of Energy  
1000 Independence Ave  
Washington, DC 20585

Frank Marcinowski  
Headquarters Certifying Official  
Department of Energy  
U.S. Dept. of Energy, EM-10  
1000 Independence Ave., SW  
Washington, DC 20585

**REGISTERED USER(S):**

Ms. Cristy Abeyta  
Technical Staff Member, Environmental Scientist  
Los Alamos National Laboratory Off-Site Source Recovery Project  
P.O. Box 1663, Mail Stop: J552  
Los Alamos National Laboratory  
Los Alamos, 87545  
USA

Ms. Lois Sowden-Plunkett  
Assist. Director Radiation and Biosafety  
University of Ottawa  
University of Ottawa  
Office of Risk Management  
1 Nicholas St. Suite 840  
Ottawa, ON K1N 7B7  
Canada

Mr. Wolfgang Fasten  
QM/Regulatory/Safety Manager  
Eckert and Ziegler Nuclitec  
Gieselweg 1  
Braunschweig, Braunschweig 38110  
Germany

**ANNEXE 2**  
**TRADUCTION FRANÇAISE DU CERTIFICAT ETRANGER USA/9329/AF-96 REVISION 3**



Département des transports  
des États-Unis  
Service de sécurité  
des matières dangereuses  
et des pipe-lines

East Building, PHH-23  
1225 New Jersey Avenue Southeast  
Washington, D.C. 20593

**S300**

**HOMOLOGATION PAR L'AUTORITÉ COMPÉTENTE  
DE LA CONCEPTION D'UN COLIS POUR  
MATÉRIAUX RADIOACTIFS DE TYPE FISSILE  
CERTIFICAT USA/9329/AF-96, RÉVISION 3**

Le présent document certifie que la conception du colis pour matière radioactive décrite ci-après a été homologuée par l'Autorité compétente des États-Unis et qu'elle est conforme aux exigences réglementaires concernant l'emballage de type AF pour matières radioactives fissiles selon la réglementation de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique<sup>1</sup> et des États-Unis<sup>2</sup>.

1. Identification du colis : Modèle S300.
2. Description du colis et Contenu radioactif autorisé : Voir le Certificat de conformité N° 9329 de la U.S. Nuclear Regulatory Commission, Révision 3 (ci-joint).
3. Criticité : L'indice minimal de sûreté-criticité est de 4,0. Le nombre maximal de colis par envoi est déterminé suivant le tableau X du règlement de l'AIEA cité dans le présent certificat.
4. Conditions générales
  - a. Chaque utilisateur du présent certificat doit avoir en sa possession une copie de ce certificat et de l'ensemble des documents nécessaires pour bien préparer le colis pour le transport. L'utilisateur devra préparer le colis pour l'expédition conformément à la documentation et aux règlements en vigueur.
  - b. Chaque utilisateur du présent certificat, autre que le premier requérant, doit enregistrer son identité par écrit auprès du Bureau de la technologie des matières dangereuses, (PHH-23), Service de sécurité des matières dangereuses et des pipe-lines, Département des transports, Washington D.C. 20590-0001.
  - c. Le présent certificat ne dispense pas l'expéditeur ou le transporteur de se conformer à toute exigence du gouvernement de tout pays sur le territoire duquel le colis doit être transporté.

<sup>1</sup> "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" (Règlement de transport sûr des matières radioactives), 1986 (révisé), No. TS-R-1 (ST-1, révisé), publiée par Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA), Vienne, Autriche.

<sup>2</sup> Title 49, Code of Federal Regulations, Parties 100-199, États Unis d'Amérique.

- d. Ce certificat ne constitue en aucune manière une décharge relative aux limitations applicables au transport par voie aérienne de plutonium aux États-Unis, telles que précisées par la réglementation de la Nuclear Regulatory Commission, 10 CFR 71.88.
- e. Les enregistrements des activités d'Assurance Qualité imposées au paragraphe 310 du règlement de l'AIEA<sup>1</sup> doivent être tenus à jour et mis à la disposition des fonctionnaires habilités pendant au moins trois ans après le dernier envoi autorisé au titre du présent certificat. Les expéditeurs aux États-Unis qui exportent des colis au titre du présent certificat doivent satisfaire aux exigences applicables de la sous-partie H de 10 CFR 71.
5. Conditions particulières
- a. Avant chaque envoi, le colis doit être inspecté afin de s'assurer que l'emballage porte de façon bien visible et durable le marquage du numéro de modèle, du numéro de série, du poids brut et du numéro d'identification du colis.
- b. Le transport aérien n'est pas autorisé.
6. Marquage et étiquetage : Le colis doit porter l'inscription "USA/9329/AF-96" en complément des autres éléments de marquage et d'étiquetage requis.
7. Date d'expiration : La validité du présent certificat prend fin le 30 novembre 2011. À compter du 13 juillet 2010, ce certificat annule et remplace toutes les révisions antérieures de USA/9329/AF-96.

Le présent certificat est émis conformément au paragraphe 814 de la réglementation de l'AIEA et au Chapitre 173.472 du Titre 49 du Code of Federal Regulations, en réponse à la demande du 9 juillet 2010 par le Département de l'Énergie, Washington, DC, et au vu des autres renseignements enregistrés dans ce Bureau.

Certifiée par :

[Signature]

le 12 juillet 2010  
(DATE)

Dr. Magdy El-Sibale  
Administrateur associé pour la sécurité des matières dangereuses

Révision 3 – Émise en accompagnement du Certificat de conformité N°9329 de la U.S. Nuclear Regulatory Commission, Révision 3

|   |                             |                                    |                                 |  |          |
|---|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--|----------|
| NRC FORM 618<br>(5-2000)<br>10 CFR 71                                   |                             | U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION |                                 |  |          |
| <b>CERTIFICAT DE CONFORMITÉ<br/>POUR COLIS DE MATIÈRES RADIOACTIVES</b> |                             |                                    |                                 |  |          |
| 1.  | 3. N° DU CERTIFICAT<br>9329 | 5. INDICE DE RÉVISION<br>3         | 6. NUMÉRO DE DOSSIER<br>71-9329 | 7. NUMÉRO D'IDENTIFICATION DU COLIS<br>USA/93291 AF-96 | Page 2/4 |

(3) Plans

Le colis est fabriqué d'après le plan AREVAN°6099 9-SAR, planches 1 à 3, Révision 1, "S300 Packaging SAR Drawing".

b. Contenu

(1) Nature et forme du matériau

Contenu N°1 : Sources neutroniques de type plutonium-béryllium (Pu-Be) (ne dépassant pas  $1,519E+5$  neutrons/seconde par gramme de plutonium).

Contenu N°2 : Plutonium, autres que sources neutroniques avec cibles ( $\alpha,n$ ), sous forme solide.

Les contenus n°1 et 2 doivent satisfaire aux exigences des sources sous forme spéciale et sont limités à :

(a) Capsule source Modèle II (Certificat AIEA de l'Autorité compétente pour Matières radioactives sous forme spéciale, Certificat N° USA/0696/S-96, délivré par le Département des transports des États-Unis) assemblée conformément au Plan n°R20047, Rév. B d'AEA Technology QSA, Inc.

(b) Capsule source Modèle III (Certificat AIEA de l'Autorité compétente pour Matières radioactives sous forme spéciale, Certificat N° USA/0695/S-96, délivré par le Département des transports des États-Unis) assemblée conformément au Plan n°R20046, Rév. B d'AEA Technology QSA, Inc.

(2) Quantité maximale de matière par colis :

Une capsule source, contenant une quantité maximale de plutonium fissile (Pu-239 plus Pu-241) ne dépassant pas les valeurs ci-dessous :

| Transport à utilisation non exclusive |                                  | Transport à utilisation exclusive |                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Modèle II                             | Modèle III                       | Modèle II                         | Modèle III                       |
| Contenu N°1                           |                                  |                                   |                                  |
| 206 grammes de plutonium fissile      | 160 grammes de plutonium fissile | 300 grammes de plutonium fissile  | 160 grammes de plutonium fissile |
| Contenu N°2                           |                                  |                                   |                                  |
| 300 grammes de plutonium              | 160 grammes de plutonium         | 300 grammes de plutonium          | 160 grammes de plutonium         |

|   |                             |                                    |                                 |  |
|---|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--|
| NRC FORM 518<br>(8-2000)<br>10 CFR 71                                   |                             | U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION |                                 |  |
| <b>CERTIFICAT DE CONFORMITÉ<br/>POUR COLIS DE MATIÈRES RADIOACTIVES</b> |                             |                                    |                                 |  |
| 1.  | 3. N° DU CERTIFICAT<br>9329 | 3. INDICE DE RÉVISION<br>3         | 4. NUMÉRO DE DOSSIER<br>71-9329 | J. NUMÉRO D'IDENTIFICATION DU COLIS<br>USA/93291 AF-96 |
|   |                             |                                    |                                 | Page 3/4   |

La capsule source peut contenir les radionucléides énumérés ci-dessous dans les limites indiquées :

| Radionucléide | Pourcentage de la masse totale du plutonium |
|---------------|---|
| Pu-238        | 0-0,5%                                      |
| Pu-239        | 73-97%                                      |
| Pu-240        | 3-21%                                       |
| Pu-241        | 0-3%  |
| Pu-242        | 0-2%  |
| Am-241        | 0-2,5%                                      |

La quantité totale de matière radioactive par colis ne doit pas dépasser la valeur A1 d'un emballage type A.

c. Indice de sûreté-criticité

Contenu N°1 4,0

Contenu N°2 4,0

6. Le transport aérien n'est pas autorisé.
7. En plus des exigences de la sous-partie G du règlement 10 CFR Part 71 :
  - a. Chaque colis doit être préparé pour l'expédition conformément aux "Opérations à effectuer sur les colis," au Chapitre 7 de la demande d'homologation.
  - b. Chaque colis sera soumis aux essais et entretenu conformément aux exigences relatives aux "Essais de réception et Programme de maintenance," au Chapitre 8 de la demande d'homologation.
8. Avant chaque envoi, le colis doit être inspecté afin de s'assurer que l'emballage porte de façon bien visible et durable le marquage du numéro de modèle, du numéro de série, du poids brut et du numéro d'identification du colis : USA/9329/AF-96.
9. Le colis autorisé par le présent certificat est approuvé pour utilisation selon les dispositions générales d'homologation du règlement 10 CFR 71.17.
10. Date d'expiration : le 30 novembre 2011



UNITED STATES  
NUCLEAR REGULATORY COMMISSION  
WASHINGTON, D.C. 20555-0001

RAPPORT D'ÉVALUATION DE SÛRETÉ

Dossier N° 71-9329  
Colis Modèle S300  
Certificat de conformité N° 9329  
Révision 3

## RÉSUMÉ

Par demande en date du 23 mars 2010, complétée le 15 et le 30 juin 2010, le US Department of Energy (DOE, le requérant) a sollicité la révision du certificat de conformité (CdC) n° 9239, pour le colis modèle S300. Le demandeur sollicite l'ajout d'un type de contenu global en plutonium désigné Contenu n° 2, et a révisé les analyses de criticité pour le colis de manière à refléter le nouveau contenu et à modéliser la source de neutrons sans tenir compte de l'existence d'une quantité de tantale dans la capsule source. Par ailleurs, le demandeur a apporté des modifications mineures au plan consistant à supprimer la plaquette signalétique métallique de l'emballage.

Le personnel de la NRC a instruit la demande selon les indications du guide NUREG 1609, "Plan d'examen standard pour colis de transport de matières radioactives". Sur la base des déclarations et des représentations contenues dans la demande, telle que complétée, la NRC estime que ces modifications n'affectent pas l'aptitude de l'emballage à répondre aux exigences du règlement 10 CFR Part 71.

## 1.0 GÉNÉRALITÉS

Les numéros de révision des Certificats AIEA de l'Autorité compétente pour matières radioactives sous forme spéciale n° USA/0695/S-96 et USA/0696/S-96, délivrés par le Département des transports des États-Unis (DOT) ont été retirés du Certificat de Conformité (CdC). En lieu et place, le numéro du plan de la capsule sous forme spéciale (SFC) et l'indice de révision ont été inscrits sur le CdC. Le plan précise les détails de conception de la capsule SFC. Par conséquent, toute modification ultérieure du plan SFC nécessitera un examen par la NRC et devra être incorporée dans le CdC. Cela permettra au demandeur de solliciter au DOT des modifications des certificats SFC non liées à la conception sans devoir également en appeler à la NRC en vue de réviser le CdC.

La demande portait sur l'ajout d'un type de contenu général en plutonium, en plus de la source neutronique plutonium-béryllium déjà autorisée pour le colis S300. Le contenu général en plutonium a été ajouté au CdC en tant que Contenu N° 2, et concerne le plutonium qui n'est pas sous forme de sources à neutrons avec matériau cible ( $\alpha, n$ ). Les matériaux susceptibles d'être expédiés au titre du Contenu N° 2 comprennent, par exemple : des étalons alpha (sources d'étalonnage), des feuilles (détecteurs de seuil) et d'autres types de sources contenant du plutonium.

La NRC a évalué la demande de supprimer l'exigence d'une plaquette signalétique fixe en acier inox sur le Plan N° 60999-SAR, Rév. 0, planche 1, nota général 2. Le colis a un double usage en tant que colis DOT de type A pour un contenu non fissile. Afin d'indiquer fidèlement la nature du contenu, le demandeur propose le marquage du colis comme étant de type AF uniquement lorsqu'il est utilisé pour le transport d'un contenu fissile conformément au CdC 9239. La NRC trouve qu'une étiquette préimprimée pourrait constituer un marquage suffisamment durable pour répondre aux exigences de 10 CFR 71.85 et de 49 CFR 172.310 ; toutefois, le marquage n'étant pas permanent, l'utilisateur du colis devra contrôler avant chaque envoi afin d'assurer l'application d'un marquage durable et lisible.

## 2.0 EXIGENCES STRUCTURALES

### 2.1 Analyse de résistance à l'écrasement

Le requérant a soumis une analyse révisée de l'évaluation d'écrasement dynamique qui comportait un modèle à éléments finis de l'étui et de la capsule SFC. La modélisation était une représentation détaillée en demi-cylindre de l'étui muni de son couvercle à vis et de la pièce amovible de blindage en polyéthylène, ainsi qu'une capsule SFC représentative, une plaque de chute et une surface rigide. Le résultat de la simulation a permis de démontrer que les dimensions de la doublure de la pièce amovible de blindage restent supérieures à la cote extérieure la plus grande de la capsule SFC. L'absence de tout contact d'écrasement entre la pièce amovible de blindage et la capsule SFC permet d'affirmer qu'aucune force significative n'est transmise vers la capsule à partir de la plaque d'écrasement. En outre, puisque la capsule SFC a fait l'objet d'une qualification à la suite d'une chute libre de 30 pieds (environ 9 m) sans qu'aucune force ne soit transmise à partir de la plaque d'écrasement, la chute de 30 pieds peut être considérée comme enveloppe de l'événement d'écrasement dynamique.

### 2.2 Réactions chimiques, galvaniques ou autres

Pour le cas hypothétique d'un accident impliquant un incendie entièrement enveloppant, il est supposé que l'étui (contenant la capsule SFC qui renferme et constitue la barrière de confinement du plutonium métal) est entièrement exposé aux effets de l'incendie. Aucun des matériaux isolants du fût de transport ni du blindage de l'étui n'est censé contribuer au calorifugeage de la capsule SFC contre l'incendie. Compte tenu de cette hypothèse sévère, mais enveloppe, le demandeur a fourni une évaluation des réactions chimiques, galvaniques ou de toute autre nature potentiellement néfastes entre la capsule SFC et son contenu ou/et les autres constituants du colis.

Les évaluations du demandeur peuvent se résumer de la manière suivante :

#### 2.2.1 Effet du feu sur la capsule SFC

L'étui et la capsule SFC sont en acier inox AISI 304. Les vis du couvercle de l'étui sont également en acier inoxydable austénitique. Les aciers inoxydables sont résistants à la chaleur et à la corrosion, et sont utilisés "depuis des décennies" sans incident pour les colis de transport de matières radioactives. En raison des qualités de résistance à la chaleur des aciers inoxydables, les températures atteintes lors d'un incendie enveloppant (température de flamme de 800°C pendant 30 minutes) n'auront pas de conséquence grave ni permanente sur l'intégrité structurale et du confinement de la capsule elle-même.

#### 2.2.2 Effet du contenu en plutonium métal sur la capsule SFC

Lors d'un incendie hypothétique, la température de la capsule SFC est supposée être supérieure à la température de fusion du plutonium (ou de ses alliages) pour toute la durée de l'incendie (30 minutes) et pendant une période de refroidissement de 60 minutes après l'extinction de l'incendie. Le plutonium est connu pour être chimiquement réactif à l'état fondu, et peut attaquer les aciers inoxydables. L'examen des données métallurgiques de la littérature décrivant la réaction entre plutonium et acier inoxydable révèle que le plutonium corrode l'acier inox à une vitesse prévisible. Cette vitesse de corrosion permet de prédire l'épaisseur de paroi qui serait perdue à la corrosion au cours d'une exposition au feu hypothétique. Ce calcul, pour une durée pénalisante de 90 minutes au total, et pour une température supposée du plutonium fondu de 600°C, montre que l'épaisseur de paroi perdue au cours d'une exposition de cette durée à du plutonium à l'état fondu serait de 0,019 pouce (0,48 cm). L'épaisseur de paroi de la capsule, quant à elle, est de 0,469 pouce (1,19 cm). Ainsi la valeur de pénétration par le plutonium fondu s'élèverait à seulement 4 % de l'épaisseur de la barrière de confinement. L'amincissement calculé de la barrière de confinement de la capsule SFC est donc évalué de façon majorante.

### 2.2.3 Effets pyrophoriques du plutonium

La capsule SFC n'est pas inertée lorsqu'elle est chargée avec du plutonium : elle contient de l'air avec le plutonium métal. Le plutonium est pyrophorique. La quantité d'air à l'intérieur du petit volume de la capsule a été évaluée de manière à s'assurer qu'aucun dégagement important de chaleur ne se produirait en raison de la combustion du plutonium à la suite d'un incendie hypothétique. Le calcul effectué par le demandeur pour une quantité typique de plutonium métal et pour la quantité correspondante d'air à l'intérieur de la capsule fermée montre que 1,1 gramme de plutonium serait oxydé. Si cette oxydation se produisait par réaction pyrophorique plutôt que par oxydation corrosive lente, la quantité de chaleur dégagée n'augmenterait pas significativement la température générale de la capsule SFC.

### 2.2.4 Effet des autres matériaux de l'emballage sur la capsule SFC

Le polyéthylène haute densité (PEHD) est utilisé comme matériau de protection neutronique. Il entoure la capsule SFC et est maintenu en place par l'étui. Puisque l'étui est censé être entièrement exposé au feu hypothétique, les températures atteintes à l'intérieur de l'étui vont dépasser le point de fusion du PEHD. La capsule serait donc plongée dans un bain de PEHD fondu ou en feu. Le PEHD est un matériau thermoplastique à base de chaînes de monomères  $C_2H_4$ . Il ne contient pas d'ions corrosifs tels que les chlorures. Étant thermoplastique, le matériau fond sans modification chimique significative. Il n'est pas corrosif pour l'acier inoxydable de la capsule SFC. Si le matériau brûle, les produits de combustion seront essentiellement du gaz carbonique et du monoxyde de carbone. La fumée peut contenir de faibles niveaux d'aldéhydes, de cétones, d'acides organiques ou d'hydrocarbures. Ces substances ne sont généralement pas corrosives pour l'acier inoxydable. En outre, puisque l'incendie est d'une durée limitée, l'exposition aux produits de combustion du PEHD n'aura aucun effet significatif sur la capsule SFC.

## 2.3 Résultats de l'évaluation

La NRC a examiné les calculs et les arguments fournis par le demandeur, et estime que la chute libre de 30 pieds de la capsule SFC est majorante par rapport aux dégâts résultant d'un essai dynamique d'écrasement de la capsule à l'intérieur de l'étui du colis S300. Les exigences de la réglementation réf. 10 CFR 71.73(c)(2) sont donc satisfaites.

La NRC trouve acceptable les évaluations et les analyses effectuées par le demandeur relatives aux réactions chimiques et galvaniques éventuelles. Le titulaire a démontré qu'aucune dégradation significative de la capsule SFC ne se produira sous l'effet des conditions accidentelles analysées.

Les réactions analysées sont majorantes en raison de l'hypothèse pénalisante que la capsule SFC serait sans aucune protection au cours d'un incendie hypothétique. Cette hypothèse crée un environnement à haute température pour la capsule SFC. Cet environnement induit la fusion de la charge de plutonium et la fusion ou/et la combustion du PEHD. L'analyse a démontré que les conséquences de ces conditions seraient mineures pour une exposition de cette durée.

La NRC estime que le demandeur a satisfait l'exigence de la réglementation réf. 10 CFR 71.43(d) stipulant que "... aucune réaction chimique, galvanique ou autre ..." n'aura lieu. La NRC a également mené à son terme un examen de vérification de l'ensemble du chapitre "Exigences structurales" de la demande, et a conclu que les résultats pour les autres chapitres restent valables.

## 3.0 EXIGENCES THERMIQUES

### 3.1 Description du dimensionnement thermique

Le colis S300 se compose d'une capsule SFC en acier inoxydable entourée d'une couche amovible de protection neutronique en polyéthylène haute densité, d'un étui cylindrique en acier inoxydable, d'une garniture isolante en fibres, et d'un fut en acier de 55 gallons (208 L). La matière fissile totale contenu dans un emballage type A est scellée dans une seule capsule pour matière sous forme spéciale. Deux types de capsule pour matière sous forme spéciale (Modèle II et Modèle III) sont

disponibles. La valeur enveloppe de la chaleur de décroissance pour une charge utile maximale de 350 grammes de plutonium est de 1,1 watt. La demande stipule qu'aucune pression interne n'est présente dans les conditions normales de transport (CNT) ni en conditions accidentelles de transport (CAT) car les cavités de l'emballage S300 sont mises à l'air libre. Les propriétés des matériaux et les spécifications des composants ont été abordées dans la demande.

### 3.2 Conditions normales de transport (CNT)

Le requérant a décrit les conditions de transport par temps chaud et froid. Les conditions de froid supposent une température ambiante de  $-40^{\circ}\text{F}$  ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) sans isolation thermique. Les conditions de chaleur supposent une température ambiante de  $100^{\circ}\text{F}$  ( $38^{\circ}\text{C}$ ) et une variation diurne de l'isolation solaire. Le demandeur a construit un modèle thermique axisymétrique bidimensionnel simplifié à l'aide des logiciels Thermal Desktop et SINDA/FLUINT afin de modéliser le colis sous les conditions normales de transport. La température de la surface accessible externe du colis est inférieure à la valeur limite de  $122^{\circ}\text{F}$  ( $50^{\circ}\text{C}$ ) pour le transport à utilisation non exclusive selon 10 CFR 71.43(g). Le Tableau 3.1-1 contenu dans la demande résume les températures des composants pour les analyses en conditions normales de transport (NCT) effectuées par le demandeur. Le tableau montre que les températures maximales calculées des composants sont dans les limites permises.

### 3.3 Condition d'accident hypothétique (CAT)

Le requérant n'a pas postulé que le colis résiste au scénario d'incendie accidentel. Au contraire, il est supposé que la capsule SFC est éjectée au cours de l'accident et exposée au feu à  $1475^{\circ}\text{F}$  ( $800^{\circ}\text{C}$ ) avec une émissivité de 1. La durée des analyses d'échauffement (30 minutes) et de refroidissement (60 minutes) lors du feu est basée sur un calcul thermique simplifié zéro-dimensionnel. L'analyse d'échauffement au feu montre que le plutonium au sein de la capsule SFC atteint son point de fusion en moins de 10 minutes, et approche la température de combustion de  $1475^{\circ}\text{F}$  ( $800^{\circ}\text{C}$ ) en moins de 30 minutes. Le fait que le plutonium atteigne la température de fusion a été jugé acceptable pour deux raisons. D'abord, le plutonium se trouve initialement à l'état solide pendant le transport; l'état fondu est la conséquence des conditions extrêmes de l'incendie accidentel. Deuxièmement, la capsule en acier inoxydable pour matière sous forme spéciale reste largement en deçà de son point de fusion, et satisfait en cela l'esprit de la définition de la matière sous forme spéciale énoncée par le Département des transports et par 10 CFR 71.75(a)(3). Il est déclaré dans la demande que les réactions chimiques entre le plutonium fondu et la capsule en acier inoxydable (par exemple, la formation de l'eutectique Pu-Fe, l'oxydation du plutonium par l'air à haute température) ne mettraient pas en cause l'intégrité structurale de la capsule. De même, la demande indique que dans le cas où le blindage en polyéthylène haute densité resterait en contact avec la capsule SFC et subirait la combustion, les produits de combustion ne corroderaient pas l'acier inoxydable de la capsule pendant la durée de l'incident en CAT.

### 3.4 Résultats de l'évaluation

L'examen par la NRC des chapitres de la demande traitant des effets thermiques permet de conclure raisonnablement que le colis répond aux exigences thermiques de 10 CFR Part 71.

## 4.0 CONFINEMENT

Le confinement est assuré par la capsule pour matière sous forme spéciale. Le requérant n'a apporté aucune modification à la partie "confinement" de la demande.

## 5.0 BLINDAGE

Le requérant a révisé l'analyse du blindage pour la capsule S300 pour ajouter du plutonium ne constituant pas une source neutronique (plutonium sans matériau cible ( $\alpha, n$ ) tel que le béryllium), pour ajouter d'autres sources neutroniques de type ( $\alpha, n$ ) au contenu admissible, et pour inclure la

garniture en polyéthylène du fût dans l'analyse de protection dans les conditions normales de transport.

Pour le plutonium ne constituant pas une source neutronique, le demandeur n'a pas effectué d'analyses de protection complémentaires. La source gamma pour le contenu "plutonium" est identique à celle du contenu "source neutronique à base de plutonium" évaluée précédemment pour ce type de colis, et la source neutronique est négligeable par rapport au matériau source plutonium-béryllium ( $\text{PuBe}_{13}$ ). Par conséquent, le débit de dose externe pour le plutonium ne constituant pas une source de neutrons se trouve bien en deçà des limites des débits de doses pour une source  $\text{PuBe}_{13}$ .

Le Tableau 9 de la demande pour le colis S300 contient une liste d'isotopes cibles pouvant être utilisés dans des sources neutroniques ( $\alpha, n$ ) et compare la somme des sources neutroniques à l'émission provenant du matériau source  $\text{PuBe}_{13}$ . Ce tableau démontre que, pour les isotopes cibles considérés, la source neutronique associée au  $\text{PuBe}_{13}$  pris en compte dans l'analyse du blindage est majorante par rapport aux matériaux cibles du tableau 5-9, pour la même masse de plutonium. Les isotopes suivants ont été considérés dans l'analyse et constitue un contenu acceptable dans le colis S300 lorsqu'ils sont autorisés dans la capsule modèle II ou modèle III comme « source sous forme spéciale », et lorsque la teneur en plutonium est limitée à celle précisée dans le Certificat de conformité pour chaque capsule :

|                 |                  |                  |                  |                  |                  |                 |                  |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| $^9\text{Be}$   | $^{18}\text{O}$  | $^{22}\text{Ne}$ | $^{21}\text{Ne}$ | $^{17}\text{O}$  | $^{19}\text{F}$  | $^{13}\text{C}$ | $^{26}\text{Mg}$ |
| $^{10}\text{B}$ | $^{25}\text{Mg}$ | $^7\text{Li}$    | $^{29}\text{Si}$ | $^{27}\text{Al}$ | $^{37}\text{Cl}$ | $^{14}\text{N}$ | $^{31}\text{P}$  |

La NRC relève que les matériaux cibles supplémentaires ne sont pas actuellement intégrés dans les Certificats AIEA de l'Autorité compétente n° US A/0695/S-96 et USA/0696/S-96 pour les agréments sources scellées sous forme spéciale des capsules modèle II ou modèle III et ne sont pas intégrés dans les CdC actuels.

Le demandeur a révisé l'analyse de radioprotection en conditions normales de transport afin d'inclure le revêtement de 0,11 pouce (0,28 cm) doublant le fût de 55 gallons et faisant partie de la conception du blindage. En outre, pour l'ensemble des calculs de radioprotection, le demandeur a révisé l'analyse en supprimant l'hypothèse pénalisante selon laquelle le plutonium est infiniment dilué dans du béryllium, et en choisissant de modéliser le matériau en tant que  $\text{PuBe}_{13}$ , ce qui diminue l'émission neutronique. Toutes les autres hypothèses de modélisation utilisées dans le but de déterminer les débits de dose externe en condition normale de transport restent inchangées par rapport à la présente demande.

Le demandeur a utilisé le code Monte Carlo tri-dimensionnel 'MCNP v1.40' décrivant le transport de particules neutres avec sections efficaces continues en énergie pour tous les calculs de radioprotection contre le rayonnement gamma et neutronique. Le système de codes MCNP constitue une référence dans l'industrie nucléaire pour les calculs Monte Carlo de sûreté-criticité et de protection contre les rayonnements ionisants. Les flux ainsi calculés sont convertis en débits de dose à l'aide des facteurs de conversion ANSI/ANS-6.1.1-1977 pour les émissions neutroniques et gamma.

Les maxima des débits de dose externe ainsi déduits dans les conditions normales de transport pour les capsules modèle II ou modèle III pour sources sous forme spéciale sont indiqués dans les tableaux 5-2, 5-3 et 5-4 de la demande, et sont résumés dans les tableaux suivants.

Tableau 2 : Débits de dose maxi (mrem/h) en utilisation exclusive en condition normale de transport

| Capsule Modèle II (utilisation exclusive : 350 g de Pu) |         |                     |                                      |                      |
|---|---------|---------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Localisation :  | Surface | Surface du véhicule | à 2 mètres de la surface du véhicule | Localisation occupée |
| Gamma :   | 21,0    | 0,9                 | 0,1                                  | <0,1                 |
| Neutrons :  | 317,7   | 11,8                | 1,6                                  | <1,6                 |
| Total :   | 338,7   | 12,7                | 1,7                                  | <1,7                 |

L'analyse de protection effectuée par le requérant dans les conditions normales de transport démontre que le colis satisfait à toutes les limites applicables au débit de dose du règlement 10 CFR 71.47.

Le requérant a également révisé l'analyse de protection dans des conditions d'accident hypothétique (CAT) pour tenir compte de l'effet de blindage de la capsule pour matière sous forme spéciale. Le modèle de blindage considère la capsule pour matière sous forme spéciale de façon pénalisante en tant que source neutronique ponctuelle, avec blindage sphérique en acier inoxydable de la même épaisseur que la paroi de la capsule. Les débits de dose externe ainsi calculés sont indiqués au tableau 5-5 de la demande et synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Débits de dose (mrem/h) pour la source maximale en conditions d'accident hypothétique

| à 1 mètre d'une source de 350 g de Pu |      |
|---------------------------------------|------|
| Gamma :                               | 2,7  |
| Neutron :                             | 58,3 |
| Total :                               | 61,0 |

L'analyse de protection effectuée par le demandeur dans les conditions d'accident hypothétique démontre que le colis satisfait aux limites applicables au débit de dose du règlement 10 CFR 71.51(a).

La NRC a réalisé des calculs afin de confirmer les débits de dose externe calculés par le demandeur pour des conditions d'accident hypothétique. En utilisant des hypothèses semblables à celles du demandeur, la NRC a réalisé un calcul manuel pour une source neutronique ponctuelle, à l'aide des facteurs de conversion ANSI/ANS-6.1.1-1977 pour le rayonnement neutronique. Le calcul de la NRC a donné des débits de dose externe en condition d'accident hypothétique en accord avec les valeurs calculées par le demandeur.

Après examen des déclarations et des démonstrations de la demande, il apparaît que le requérant a démontré, et que la NRC a jugé que le colis S300 respecte toutes les limites de débit de dose applicables au règlement 10 CFR Part 71 lorsque son contenu est limité à celui décrit dans l'analyse de radioprotection.

## 6.0 CRITICITÉ

Le requérant a révisé l'analyse de criticité afin de tenir compte des sources de plutonium-béryllium sans gainage en tantale, et afin d'inclure le plutonium ne constituant pas une source neutronique en tant que contenu admissible. Le requérant a également révisé l'analyse de criticité dans les conditions normales de transport afin de modifier certaines hypothèses de départ, et a révisé l'analyse de criticité dans des conditions d'accident hypothétique pour considérer un réseau fini.

Pour l'analyse de criticité de la source neutronique et du contenu général en plutonium dans les conditions normales de transport, le requérant suppose que l'emballage extérieur a été retiré, et

- 7 -

que seul reste l'étui cylindrique avec la capsule SFC et le blindage en polyéthylène. Pour l'évaluation d'un colis unique, seul l'étui est modélisé avec un épais réflecteur en eau à l'extérieur du colis. Le réseau dans les conditions normales de transport est modélisé comme un réseau hexagonal infini. Dans les deux scénarios le  $k_{eff}$  est négligeable en raison du fait que 1) dans les conditions normales de transport, l'eau n'est pas présente à l'intérieur de colis, 2) la réactivité d'un seul colis est limitée par la géométrie et par la petite quantité de matières fissiles présentes, et 3) le blindage en polyéthylène empêche tout transfert de neutrons entre les colis d'un réseau.

Pour l'analyse de criticité portant sur un seul colis avec une source neutronique ou un contenu en plutonium dans les conditions d'accident hypothétique, le requérant considère la capsule SFC soit à l'intérieur de l'étui, soit toute seule, afin de déterminer le scénario le plus réactif. Dans les deux cas, la capsule SFC est supposée noyée dans l'eau. Pour la source neutronique l'eau est modélisée dans l'espace vide autour de la source, puisque la source est gainée d'acier inoxydable qui empêche tout mélange entre le contenu et l'eau. Le plutonium en général est modélisé soit comme une masse discrète, soit mélangé de façon homogène avec de l'eau. Pour les deux types de contenu, le colis est le plus réactif si la capsule SFC reste dans l'étui, en raison de la meilleure réflexion assurée par le polyéthylène. La réactivité maximale dans tous les cas impliquant un seul colis dans les conditions d'accident hypothétique est inférieure à  $k_{eff} = 0,4$ .

L'analyse de criticité d'un réseau de colis contenant des sources neutroniques dans les conditions d'accident hypothétique a été largement modifiée par rapport à l'analyse initiale, qui considérait des réseaux infinis de capsules SFC à l'extérieur des colis S300. Comme il ne peut être démontré que toutes les sources de neutrons ont été fabriquées avec un gainage en tantale, qui a été modélisé dans l'analyse précédente, le demandeur a retiré ce matériau du modèle de criticité. Puisque le tantale est fortement neutrophage, et que son retrait rend les sources beaucoup plus réactives, les conditions d'accident hypothétique s'appliquent à présent à des réseaux finis.

Le requérant a considéré des réseaux hexagonaux compacts de capsules SFC Modèle II contenant jusqu'à 350 grammes de  $^{239}\text{Pu}$  sous forme de  $\text{PuBe}_{13}$ , et de capsules SFC Modèle III contenant jusqu'à 160 grammes de  $^{239}\text{Pu}$  sous forme de  $\text{PuBe}_{13}$ . Les sources sont modélisées à l'extérieur des colis S300 et comprennent le matériau source  $\text{PuBe}_{13}$  ainsi que l'acier inoxydable constituant la capsule. Le demandeur considère différentes valeurs de fuites d'eau à l'intérieur de la capsule SFC, ainsi que des différences de masse volumique de l'eau entre les capsules SFC. Le modèle de réseau prévoit la réflexion totale de l'eau vers le réseau. Le demandeur a modélisé le réseau dans les conditions d'accident hypothétique sous forme d'un cylindre comprenant au moins 334 colis, de manière à obtenir un indice de sûreté-criticité (CSI) de 0,3. Entre deux et quatre couches de capsules SFC ont été modélisées ; le nombre de capsules a été ajusté afin de maintenir la forme cylindrique du réseau, souvent avec pour effet de modéliser plus de 334 colis. Les résultats de l'analyse de criticité pour un réseau de colis S300 contenant des sources neutroniques dans les conditions d'accident hypothétique sont indiqués dans les tableaux 6-11, 6-12, et 6-13 de la demande. La condition la plus réactive correspond à un réseau de trois couches de capsules SFC Modèle II, avec de l'eau à masse volumique réelle à l'intérieur des capsules et un espace vide entre les capsules. Dans ces conditions le  $k_{eff}$  calculé est de 0,9045, bien inférieur à la limite supérieure de sous-criticité calculée (0,9257).

Pour un contenu de plutonium général dans les conditions d'accident hypothétique, le requérant a modélisé des réseaux hexagonaux compacts de capsules SFC Modèle II contenant jusqu'à 300 grammes de  $^{239}\text{Pu}$  et de capsules SFC Modèle III contenant jusqu'à 160 grammes de  $^{239}\text{Pu}$ . Puisque la forme géométrique du plutonium n'est pas précisée, l'eau qui est censée entrer dans la capsule SFC dans les conditions d'accident hypothétique est supposée se mélanger de façon homogène avec le  $^{239}\text{Pu}$ , créant une condition beaucoup plus réactive que les sources neutroniques discrètes modélisées précédemment. Il en résulte que la sous-criticité dans les conditions d'accident hypothétique ne peut être démontrée que pour 25 colis contenant du plutonium général, ce qui conduit à un indice de sous-criticité de 4,0. Les résultats de l'analyse de criticité pour un réseau de colis S300 contenant du plutonium général dans les conditions d'accident hypothétique sont indiqués dans les tableaux 6-14 et 6-15 de la demande. La condition la plus réactive correspond à un réseau d'une seule couche de capsules SFC Modèle II, avec de l'eau à masse volumique réelle à l'intérieur des capsules et un espace vide entre les capsules.

Dans ces conditions le  $k_{eff}$  calculé est de 0,9239, inférieur à la limite supérieure de sous-criticité calculée (0,9257).

Le requérant a utilisé le code Monte Carlo tris-dimensionnel MCNP5 v1.40 décrivant le transport de particules neutres, essentiellement avec les sections efficaces continues en énergie ENDF/B-VI pour tous les calculs de criticité. Le requérant a réalisé une analyse comparative de 102 expériences critiques retenues dans l'*International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments* en fonction de leur similitude avec le colis S300. Les expériences retenues couvrent une large gamme d'énergie neutronique, puisque les colis S300 impliquent généralement un spectre intermédiaire. Le demandeur a déterminé une limite supérieure de sous-criticité pour quatre groupes de spectres neutroniques de référence : rapide, intermédiaire, thermique, et tous spectres confondus. La valeur la plus faible, 0,9257 pour les spectres intermédiaires, a été retenue comme limite supérieure de sous-criticité pour l'analyse de criticité du colis S300.

La NRC a effectué des analyses de contrôle du colis S300 en utilisant la séquence CSAS26 du système de codes SCALE avec le logiciel Monte Carlo tri-dimensionnel de criticité KENO VI et des sections efficaces continues en énergie ENDF/B-VII. En utilisant des hypothèses similaires à celles du demandeur pour les réseaux de capsules SFC dans les conditions d'accident hypothétique, le calcul de la NRC a donné une valeur maximale de  $k_{eff}$  similaire à celle annoncée dans la demande. Les analyses de la NRC permettent donc de confirmer que le colis S300 répondra aux exigences de sûreté-criticité du règlement 10 CFR Part 71.

La NRC constate que la demande ne précise pas de limite inférieure pour le béryllium dans la source PuBe. Toutes les analyses ont été effectuées avec l'hypothèse du PuBe<sub>12</sub>. La NRC a limité la quantité de plutonium à un maximum de 300 grammes, et a attribué un indice de sûreté-criticité de 4,0 au PuBe contenu dans la capsule.

Sur la base des déclarations et des représentations contenues dans la demande, la NRC estime que la conception de la sûreté-criticité nucléaire a été correctement décrite et évaluée, et que le colis répond aux exigences de sûreté-criticité du règlement 10 CFR Part 71.

#### CONDITIONS :

À la suite de la demande de révision, les modifications suivantes ont été apportées au certificat :

La Condition n°5.a(2) a été révisée pour supprimer la référence au contenu en plutonium-béryllium.

- La Condition n°5.a(3) a été révisée pour tenir compte de la Révision 1 du plan SAR du colis S300.
- La Condition n° 5.b(1) a été révisée pour désigner les sources neutroniques de type plutonium-béryllium comme Contenu N°1, et pour préciser la limite de 1,519E+5 neutrons/s par gramme de plutonium. Le plutonium général a été ajouté en tant que Contenu N°2. En outre, l'indice de révision "Révision 4" a été retiré des certificats pour les deux capsules, Modèle II et Modèle III. Le plan de la capsule « source sous forme spéciale » a été ajouté pour chaque certificat.
- La Condition n°5.b(2) a été révisée pour tenir compte de l'ajout du plutonium général comme Contenu N°2, et pour préciser la quantité maximale en grammes de plutonium fissile admissible dans chaque modèle de capsule source pour le Contenu N°2. La quantité maximale de plutonium a été diminuée de 350 grammes à 300 grammes pour le Contenu N°1.
- La Condition n°5.c a été réactualisée de manière à intégrer la modification de l'indice de sûreté-criticité de 0,0 à 4,0 afin de traduire les résultats de la nouvelle analyse de criticité pour le contenu existant (Contenu N°1). Par ailleurs, un indice de sûreté-criticité de 4,0 a été ajouté pour le Contenu N°2.
- La Condition n°8 a été ajoutée pour exiger un contrôle du marquage d'identification du colis avant chaque envoi.



Par suite de l'ajout de la nouvelle Condition n°8, les Conditions existantes n° 8 et 9 ont été renumérotées respectivement 9 et 10.

#### CONCLUSION

Sur la base des déclarations et des démonstrations contenues dans la demande, et des conditions énumérées dans le certificat, la NRC considère que la conception a été correctement décrite et évaluée, et qu'elle répond aux exigences du règlement 10 CFR Part 71. Ces modifications n'affectent pas l'aptitude du colis à répondre aux exigences du règlement 10 CFR Part 71.

Émis avec le Certificat de conformité N°9329, Révision 3,  
le 9 juillet 2010.



Service de sécurité  
des matières dangereuses  
et des pipe-lines

Département des transports  
des États-Unis

East Building, PHH-23  
1200 New Jersey Avenue SE  
Washington, D.C. 20590

**N°DU CERTIFICAT : USA/9329/AF-96, Révision 3**

**DÉCLARANT(S) D'ORIGINE :**

Mr. Mark A. Gilbertson  
Department of Energy  
Washington, 20585  
USA

Dr. James M. Shuler  
Manager, Packaging Certification Program  
Department of Energy  
U.S. Department of Energy  
1000 Independence Ave, SW  
EM-60  
Washington, DC 20585

Dae Chung  
Department of Energy  
1000 Independence Ave  
Washington, DC 20585

Frank Marcinowski  
Headquarters Certifying Official  
Department of Energy  
U.S. Dept. of Energy, EM-10  
1000 Independence Ave., SW  
Washington, DC 20585

**UTILISATEUR(S) ENREGISTRÉ(S) :**

Ms. Cristy Abeyta  
Technical Staff Member, Environmental Scientist  
Los Alamos National Laboratory Off-Site Source Recovery Project  
P.O. Box 1663, Mail Stop : J552  
Los Alamos National Laboratory  
Los Alamos, 87545  
USA

Ms. Lois Sowden-Piunkett  
Assist. Director Radiation and Biosafety  
University of Ottawa  
University of Ottawa Office of Risk Management  
1 Nicholas St. Suite 840  
Ottawa, ON K1N 7B7  
Canada

Mr. Wolfgang Fasten  
QM/Regulatory/Safety Manager  
Eckert and Ziegler Nuclitec  
Gieselweg 1  
Braunschweig, Braunschweig 38110  
Allemagne