

Référence : DIRP SP 12-00082		<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> Direction Innovation Recherche et Projets <b>SPECIFICATION</b>	
Révision : V 2.0	PAGE 1/22		
Numéro de projet : IRP071			

<b>SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE</b>	Date : 26/06/2015	
	Nom	Dpt.      Visa

<b>Diffusion</b>	
Confidentielle	Document à usage exclusif des destinataires
Limitée	Diffusion limitée aux entités destinataires
Normale	Diffusion aux destinataires et au sein d'AREVA NC sans autorisation préalable de l'émetteur

## REVISIONS

Révision	Date	Modifications
1.0	16/05/2013	Première émission
2.0	26/06/2015	Redéfinition de la constitution du colis de reliquat Ajout de deux paramètres garantis Ajout des éléments CLT Modification des caractéristiques du colis moyen

### AREVA NC

33, rue La Fayette – 75009 Paris - France  
Tél. : 33 (0) 1 34 96 00 00 – Fax : 33 (0)1 34 96 00 01

SA AU CAPITAL DE 100 259 000 € - 305 207 169 RCS PARIS

Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 2/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**

**TABLE DES MATIERES**



Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 3/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**




Référence : DIRP SP 12-00082	<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> Direction Innovation Recherche et Projets <b>PROCEDURE</b>		
Révision : V 2.0			PAGE 4/22
Numéro de projet : IRP071			
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>			

**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**





La présente spécification concerne les colis CSD-RU, Colis Standard de Déchet constituant le produit final du conditionnement des Reliquats de verre UMo issus du traitement des solutions de produits de fission UMo selon la spécification 300 AQ 059 sur la chaîne B de l'atelier R7 de La Hague et retirés après arrêt du creuset froid.

Le principe de conditionnement de ces déchets sous forme de CSD-RU est basé sur :


- l'immobilisation et le confinement des matières radioactives par le reliquat de verre UMo lui-même ;
- l'utilisation du conteneur standard destiné au conditionnement des déchets vitrifiés ;
- la mise en place des reliquats de verre UMo dans des conteneurs CSD, sans traitement préalable particulier ;
- l'ajout d'un matériau de remplissage  pour combler les interstices présents entre les morceaux de reliquat et ainsi limiter les volumes vides.

Cette spécification a été établie en prenant en compte le Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde du 12 février 2008 émis par l'Autorité de Sûreté Nucléaire Française.



 la spécification de production du colis CSD-RU présentant les performances attendues et fixant les engagements d'AREVA NC. 



Référence : DIRP SP 12-00082		<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> Direction Innovation Recherche et Projets <b>PROCEDURE</b>	
Révision : V 2.0	PAGE 5/22		
Numéro de projet : IRP071			
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>			

**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Il s'agit de performances relatives :

- au conteneur ;
- à la composition chimique ;
- au comportement à long terme du reliquat.



Le conteneur doit présenter des caractéristiques (dimensions, conception, propriétés mécaniques, résistance à la corrosion, contamination surfacique) permettant :

- la manutention du colis pendant ses différentes phases de vie jusqu'au stockage ;
- l'entreposage du colis ;
- le transport du colis ;

dans le respect des règles de sûreté et en adéquation avec le dimensionnement des équipements et installations existantes.



Sans objet.

La composition chimique n'est pas une performance attendue du colis car le reliquat de verre est déjà élaboré lorsqu'il est mis en place dans le conteneur, ce qui signifie que sa composition n'est pas modifiable.



Le CSD-RU devra être caractérisé par une résistance à la lixiviation et notamment présenter un modèle opérationnel de type V<sub>0</sub>S.



L'atteinte des performances attendues du colis passe par l'utilisation d'un conteneur identique à celui utilisé pour le conditionnement des verres R7T7, ce en raison de :

Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 6/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
**Direction Innovation Recherche et Projets**  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**

- ses propriétés [REDACTED]
- ses caractéristiques dimensionnelles [REDACTED]
- son adéquation avec le conditionnement des reliquats de verre UMo.

[REDACTED]

Les caractéristiques dimensionnelles du conteneur vide et du couvercle ainsi que les caractéristiques du matériau de constitution sont garanties par la mise en œuvre de dispositions d'Assurance de la Qualité lors de la fabrication des conteneurs.

[REDACTED]

Les activités  $\beta$  et  $\alpha$  par CSD-RU à respecter sont les suivantes :

Activité $^{137}\text{Cs}$	$\leq 1850 \text{ TBq/CSD-RU}$
Activité $^{90}\text{Sr}$	$\leq 1280 \text{ TBq/CSD-RU}$
Activité $^{241}\text{Am}$	$\leq 9 \text{ TBq/CSD-RU}$

[REDACTED]

*La hauteur minimale de remplissage mesurée pour chaque colis CSD-RU sera supérieure ou égale à :*

[REDACTED]

[REDACTED]

*Le ratio massique reliquat [REDACTED] devra, pour chaque CSD-RU, respecter la condition suivante :*

[REDACTED]

[REDACTED]

➤ **Contamination surfacique non fixée mesurée sur chaque conteneur à l'expédition**

La contamination surfacique non fixée, mesurée sur chaque conteneur, sera inférieure ou égale à :

Référence : DIRP SP 12-00082		<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> <b>Direction Innovation Recherche et Projets</b> <b>PROCEDURE</b>	
Révision : V 2.0	PAGE 7/22		
Numéro de projet : IRP071			
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>			

**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**

4.  $10^4$  Bq.m<sup>-2</sup> pour les émetteurs bêta – gamma

**Nota** : De manière conservatrice, il est admis que la contamination surfacique en émetteurs  $\alpha$  se trouve, par rapport à la contamination surfacique en émetteurs  $\beta\gamma$ , dans le même rapport que celui des activités correspondantes des verres.

La qualité du colis CSD-RU est maitrisée :

- d'une part par des dispositions visant à respecter les conditions d'élaboration et les caractéristiques du conteneur et du reliquat telles que qualifiées ;
- d'autre part par le suivi de paramètres significatifs en cours de production.

Sans objet.

De par la solution retenue pour la gestion des reliquats de verre UMo, aucun traitement ni aucune modification du déchet n'est réalisée. En effet, la première barrière de confinement des matières radioactives est le reliquat de verre UMo lui-même dont la composition est figée à l'issue de l'élaboration des verres UMo et qui ne peut donc pas être modifiée.

Il n'y a donc pas de critères spécifiques à garantir sur la composition des reliquats de verre UMo.

Les essais réalisés dans le cadre de la qualification du procédé permettent :

- de démontrer la faisabilité des CSD-RU avec le procédé retenu ;
- de s'assurer de la reproductibilité des conditions d'élaboration du colis et
- de définir les paramètres importants pour sa conduite.

La qualification du procédé a donc permis de déterminer le mode opératoire de remplissage des colis permettant de garantir la qualité des CSD-RU.

Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 8/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



La qualification du conteneur pour le conditionnement des reliquats UMo a permis de vérifier que les propriétés du conteneur (redacted) sont satisfaisantes.



Les CSD-RU sont élaborés selon les règles en conformité avec le système Qualité applicable sur le site de La Hague.

L'édifice documentaire, constitué notamment d'un Plan d'Assurance de la Qualité et d'un Programme de Contrôle de Qualité, décline les dispositions nécessaires :

- à assurer une qualité du produit conforme à la spécification ;
- à garantir la production, l'entreposage et le désentreposage du colis dans le respect de sa qualité et de son intégrité.



Il comprend notamment :




Paramètre garanti :

- les activités radiologiques par colis ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ )
- la hauteur minimale de remplissage



Référence : DIRP SP 12-00082	<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> Direction Innovation Recherche et Projets <b>PROCEDURE</b>		
Révision : V 2.0			PAGE 9/22
Numéro de projet : IRP071			
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>			

**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**

- le ratio massique reliqua 

Paramètres complémentaires tels que :




Paramètre garanti :

- la contamination surfacique  $\beta\gamma$  non fixée.

Paramètres complémentaires tels que :



Le Plan d'Assurance de la Qualité est transmis aux clients d'AREVA NC. Il décrit l'organisation mise en œuvre pour garantir la conformité à la présente spécification des CSD-RU produits à La Hague.

Référence : DIRP SP 12-00082		<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> Direction Innovation Recherche et Projets <b>PROCEDURE</b>	
Révision : V 2.0	PAGE 10/22		
Numéro de projet : IRP071			
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>			

**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Les autres documents, identifiés dans le référentiel méthodologique en vigueur sur le site de La Hague, permettent d'assurer et d'attester de la conformité du produit. Avec l'accord d'AREVA NC, ils sont accessibles à l'audit technique mandaté par les clients.

Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 11/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Les données présentées ci-après constituent des critères à respecter ou des recommandations pour conserver les propriétés du colis dans ses phases ultérieures de gestion (jusqu'au stockage).



Sans objet.



Pour pouvoir garantir les propriétés du colis [redacted] il est recommandé de satisfaire aux conditions suivantes :

- **Sollicitations mécaniques** [redacted]

- **Risque de corrosion** [redacted]



Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 12/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**





**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Pour dimensionner les interfaces de manutention, la géométrie suivante doit être prise en compte :

DETAIL PARTIE SUPERIEURE



 dimensionner les emballages de transport, un diamètre extérieur maximal  doit être pris en compte.

Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 13/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Cette annexe technique est donnée à titre informatif et ne constitue en aucun cas un engagement d'AREVA NC.



Le conteneur en ( ) est conçu comme ( )



Le conteneur et le couvercle sont constitués ( )



Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 14/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 15/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	




**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Le colis moyen présente :

- une masse nominale de reliquat par colis : 
- une masse nominale 
- une masse nominale de colis rempli : 



La composition chimique des reliquats est estimée de la façon suivante :



Référence : DIRP SP 12-00082		<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> Direction Innovation Recherche et Projets <b>PROCEDURE</b>	
Révision : V 2.0	PAGE 16/22		
Numéro de projet : IRP071			
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>			

**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**

Dans le cas du colis moyen,   
 calculée selon le second cas présenté ci-dessus.





Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 17/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**

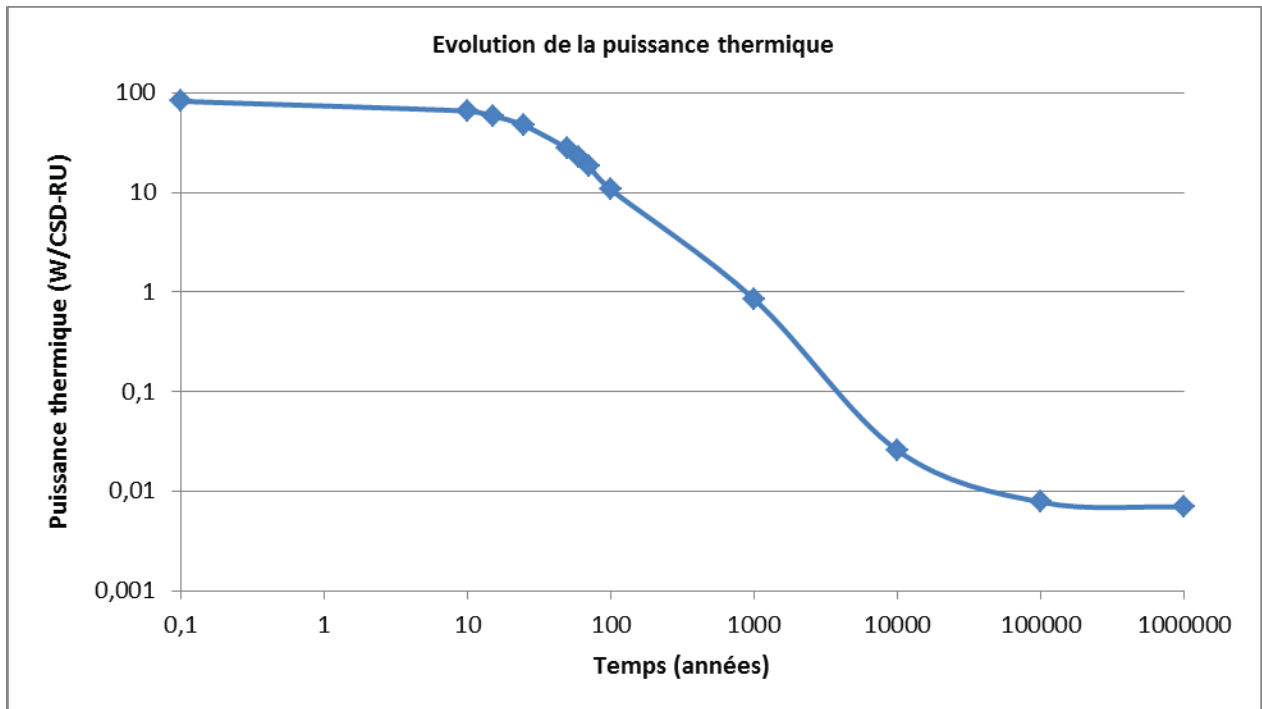


Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 18/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
 Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
 DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Référence : DIRP SP 12-00082		<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> Direction Innovation Recherche et Projets <b>PROCEDURE</b>	
Révision : V 2.0	PAGE 19/22		
Numéro de projet : IRP071			
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>			

**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Les caractéristiques et propriétés suivantes ont été déterminées sur le reliquat issu d'un essai inactif longue durée ( ) sur un prototype représentatif du procédé industriel de calcination / vitrification. Elles sont basées sur les travaux menés en France dans le cadre de la caractérisation des reliquats de verre UMo et de la qualification du procédé d'élaboration des CSD-RU.

### 3.1 Propriétés mécaniques et physiques

Masse spécifique du reliquat à 25 °C :

Strate	Masse spécifique (g.cm <sup>-3</sup> )
Strate 1 (fritte de démarrage)	2,68
Strate 2 (strate cristallisée)	3,78
Strate 3 (verre UMo)	2,73



Strate	Conductivité thermique (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ) (entre 20 et 500 °C)
Strate 1 (fritte de démarrage)	1,07 ± 0,15
Strate 2 (strate cristallisée)	1,41 ± 0,24
Strate 3 (verre UMo)	1,04 ± 0,13

Strate	Chaleur massique (J.g <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ) (de 20 à 600 °C)
Strate 1 (fritte de démarrage)	0,75 à 1,17
Strate 2 (strate cristallisée)	0,66 à 0,86
Strate 3 (verre UMo)	0,73 à 1,49

**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**

Strate	Coefficient d'expansion thermique (°C <sup>-1</sup> ) (de 50 à 500 °C)
Strate 1 (fritte de démarrage)	8,4.10 <sup>-6</sup>
Strate 2 (strate cristallisée)	12,7.10 <sup>-6</sup>
Strate 3 (verre UMo)	9,3.10 <sup>-6</sup>

L'émissivité du colis est comprise entre 0,2 et 0,5.

T° (°C)	Volatilité <sup>137</sup> Cs reliquat (g <sub>verre</sub> .cm <sup>-2</sup> .j <sup>-1</sup> )	Volatilité <sup>90</sup> Sr reliquat (g <sub>verre</sub> .cm <sup>-2</sup> .j <sup>-1</sup> )
350	~ 9,8.10 <sup>-5</sup>	~ 2,8.10 <sup>-6</sup>
450	~ 4,4. 0 <sup>-4</sup>	~ 5.10 <sup>-6</sup>
600	~ 1,4.10 <sup>-2</sup>	~ 9,4.10 <sup>-6</sup>

Les vitesses de lixiviation V<sub>0</sub> ont été mesurées en test Soxhlet à 30, 50 °C, pression atmosphérique et en eau pure renouvelée sur la strate 2 (strate cristallisée) et calculée sur la strate 3 (verre UMo).

Strate	V <sub>0</sub> en g.m <sup>-2</sup> .j <sup>-1</sup>	
	30 °C	50 °C
Strate 2 (strate cristallisée)	entre 0,04 - 0,67 *	entre 0,34 - 3,9 *
Strate 3 (verre UMo)	0,56.10 <sup>-2</sup>	3,26.10 <sup>-2</sup>

\* Vitesse initiale mesurée à partir du relâchement du molybdène et du bore

Durée	10 ans	50 ans	100 ans	1000 ans	10000 ans
Volume d'He (L CNTP/colis)	5,4.10 <sup>-2</sup>	2,6.10 <sup>-1</sup>	4,9.10 <sup>-1</sup>	2,7	3,6

Référence : DIRP SP 12-00082	
Révision : V 2.0	PAGE 21/22
Numéro de projet : IRP071	
Diffusion 1 - Diffusion normale	

**AREVA BU RECYCLAGE**  
Direction Innovation Recherche et Projets  
**PROCEDURE**



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



Chaque atelier de vitrification comporte trois chaînes : A, B, C. Les solutions de produits de fission UMO sont vitrifiées selon le procédé en deux étapes de calcination / vitrification en creuset froid sur la chaîne B de l'atelier R7.



Après arrêt du four et refroidissement du reliquat, celui-ci est retiré ( )  
( ) Le  
reliquat issu du creuset froid est alors récupéré ( )



Le principe de constitution du CSD-RU est de mettre en place les reliquats UMO dans des conteneurs CSD sans traitement particulier préalable. ( ) sont ensuite ajoutées afin de combler les interstices entre les morceaux de reliquat et ainsi limiter les volumes vides dans les colis. ( )



Le couvercle est soudé ( )



Le colis est ensuite décontaminé, la contamination surfacique labile est contrôlée.

Référence : DIRP SP 12-00082	<b>AREVA BU RECYCLAGE</b> Direction Innovation Recherche et Projets <b>PROCEDURE</b>		
Révision : V 2.0			PAGE 22/22
Numéro de projet : IRP071			
Diffusion <b>1 - Diffusion normale</b>			



**SPECIFICATION DE COLIS STANDARD DE DECHETS  
DE RELIQUATS DE VERRE UMO CSD-RU PRODUIT A LA HAGUE**



L'entreposage des colis est constitué de puits verticaux cylindriques pouvant contenir un nombre de colis qui varie selon l'entreposage (R7/T7 ou EEV/SE).



Les reliquats de verre UMo sont structurés en trois strates parallèles à la paroi refroidie du creuset froid. Ces strates peuvent être décrites de la façon suivante, en allant de la paroi refroidie vers l'intérieur du four :

- la première strate est au contact de la paroi refroidie. Elle est constituée de fritte de démarrage qui n'a pas réagi avec du calcinat ;
- la deuxième strate est une strate d'aspect cristallisé. Elle est principalement constituée de cristaux de molybdate de calcium et de phosphate de calcium. Elle est donc très enrichie en molybdène, phosphore et calcium. Dans une moindre mesure, un enrichissement en néodyme et en américium est également observé. Par ailleurs, l'épaisseur de cette strate augmente avec la durée de la campagne, ce qui nous a amené à considérer de façon majorante que les reliquats récupérés seraient uniquement constitués de cette strate   
 qui est la plus chargée en radionucléides ;
- la troisième et dernière strate est quant à elle constituée de verre UMo. Sa composition correspond à la composition du dernier verre UMo élaboré avant l'arrêt du four.



 ont été retenues car :

