

RETOUR DE DECHETS VITRIFIES DEPUIS LA FRANCE VERS LA BELGIQUE

SYNATOM



## Table des matières

<b>1</b>	<b>CONTEXTE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN BELGIQUE.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>GESTION DU CYCLE DU COMBUSTIBLE EN BELGIQUE.....</b>	<b>7</b>
3.1	RECYCLAGE.....	8
3.2	STOCKAGE TEMPORAIRE DU COMBUSTIBLE USÉ.....	9
3.3	CHOIX POLITIQUES.....	12
3.4	FINANCEMENT.....	12
<b>4</b>	<b>DÉCHETS VITRIFIÉS .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>TRANSPORT DES DÉCHETS VITRIFIÉS DE FRANCE VERS LA BELGIQUE.....</b>	<b>17</b>
5.1	AVANT LE TRANSPORT.....	17
5.2	LE TRANSPORT.....	19
5.3	L'EMBALLAGE DE TRANSPORT TN 28 VT.....	21
5.4	QUEL EST LE CADRE RÉGLEMENTAIRE APPLICABLE À CES TRANSPORTS ?.....	23
5.5	QUELLES SONT LES MESURES DE SÛRETÉ POUR LE TRANSPORT ?.....	24
<b>6</b>	<b>ENTREPOSAGE INTERMÉDIAIRE.....</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN BELGIQUE.....</b>	<b>30</b>

Si vous souhaitez de plus amples renseignements,  
veuillez contacter:

### **ONDRAF**

*Organisme National des Déchets Radioactifs  
et des Matières Fissiles Enrichies*

#### **Evelyn HOOFT**

Avenue des Arts, 14  
B - 1210 BRUXELLES  
Tél. + 32-2-212 10 37  
Fax + 32-2-212 10 40  
Gsm + 32-475-60 25 04  
[e.hoof@nirond.be](mailto:e.hoof@nirond.be)

### **SYNATOM**

**Luc FRANKIGNOULLE**  
Bld. du Régent 8  
B - 1000 BRUXELLES  
Tél. + 32-2-501 57 97  
Fax + 32-2-518 62 85  
Gsm+ 32-478-65 26 23  
[luc.frankignoulle@  
electrabel.com](mailto:luc.frankignoulle@electrabel.com)

# 1 Contexte

En Belgique, la part de l'énergie nucléaire contribue aujourd'hui à hauteur de 55 % de la production d'électricité.

SYNATOM, filiale d'ELECTRABEL, chargée de la gestion du combustible pour les centrales nucléaires belges - s'est orientée, conformément aux décisions successives du gouvernement belge, vers une stratégie de retraitement/recyclage pour une partie du combustible usé et a signé, dans les années 70, des contrats de retraitement avec COGEMA (France). Les matières réutilisables, c'est-à-dire l'uranium et le plutonium, issues du retraitement sont réutilisées pour la production d'électricité. Les obligations commerciales contractuelles prévoient également le retour de déchets - ou résidus - vitrifiés en Belgique en vue de leur gestion ultime. COGEMA a signé des contrats similaires avec le Japon, l'Allemagne, la Suisse et les Pays-Bas.

Suite à la délivrance par les **Autorités belges** des autorisations requises pour le retour des déchets vitrifiés, onze transports ont été effectués les 5/4/00, 17/11/00, 20/02/01, 28/02/02, 25/09/02, 10/09/03, 11/02/04, 16/06/05, 14/09/05, 18/01/06 et 27/06/06 en toute sûreté.

Le déroulement des opérations :

- Les conteneurs de déchets vitrifiés belges sont chargés sur le site de COGEMA - La Hague dans un emballage de transport;
- Le transport des emballages est réalisé par rail et route jusqu'au bâtiment d'entreposage sur le site de BELGOPROCESS (Dessel) en Belgique, où les conteneurs sont déchargés et entreposés dans un bâtiment spécialement conçu à cette fin.

## Les acteurs

**ONDRAF**, l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies, est l'organisme d'utilité publique chargé depuis 1980 d'assurer une gestion sûre des déchets radioactifs en Belgique, y compris la gestion des matières fissiles excédentaires et le déclassé des installations nucléaires désaffectées. Sous la surveillance des autorités compétentes, il coordonne et gère toute une série d'activités industrielles et de recherche effectuées par des tiers et visant à protéger les générations présentes et futures des dangers potentiels des déchets radioactifs.

**BELGOPROCESS**, l'entreprise-filiale de l'ONDRAF, est chargée du traitement et du conditionnement des déchets radioactifs produits en Belgique qui ne sont pas traités directement par les producteurs et assure l'entreposage intermédiaire des déchets conditionnés dans l'attente d'une décision relative à leur destination finale. Elle développe également des techniques de décontamination et de démantèlement dans le cadre des opérations de déclassé de l'ancienne usine-pilote de retraitement EUROCHEMIC.

**ELECTRABEL**, entreprise privée, fait partie de SUEZ, un groupe international industriel et de services actif dans l'énergie et l'environnement. Les activités principales d'Electrabel sont : vente d'électricité, de gaz naturel et de produits et services liés à l'énergie, production d'électricité, trading d'électricité et de gaz naturel, et exploitation de réseaux pour le compte de gestionnaires de réseaux de distribution en Belgique. Electrabel assure aussi assure l'exploitation des sept centrales nucléaires belges.

**SYNATOM**, la Société belge des combustibles nucléaires est une filiale d'ELECTRABEL chargée d'approvisionner les centrales nucléaires belges en uranium enrichi et de gérer les combustibles nucléaires usés déchargés des réacteurs jusqu'à la prise en charge définitive des déchets par l'ONDRAF.

**COGEMA**, la Compagnie générale des matières nucléaires, est un groupe industriel français. C'est l'un des premiers opérateurs mondiaux pour la production, la conversion et l'enrichissement de l'uranium, la fabrication de combustibles nucléaires et le retraitement des combustibles usés, retraitement qu'elle effectue dans son usine de COGEMA-La Hague, en Normandie. Son expertise couvre également le transport des matières nucléaires et l'ingénierie de conception ou de réalisation des installations nucléaires.

**COGEMA LOGISTICS**, une filiale à 100 % de COGEMA, regroupe l'ensemble des activités de transport de matières nucléaires du groupe COGEMA, ainsi que les activités de conception et de réalisation d'emballages de transport et d'entreposage.

**TRANSNUBEL**, société belge, est active dans le domaine des transports de matières nucléaires. Elle intervient comme sous-traitant de **COGEMA LOGISTICS** pour le transport routier des déchets vitrifiés en Belgique.

## 2 Production d'électricité en Belgique

En Belgique, Electrabel gère un parc de production d'environ 13 000 MW.

Le parc de production comprend, d'une part, sept centrales nucléaires et, d'autre part, des centrales thermiques classiques (parmi lesquelles on compte un nombre de centrales ultramodernes à haut rendement énergétique, comme les TGV - *turbine gaz-vapeur* - ou les unités de cogénération - *production d'électricité et de chaleur*) et des sites de production d'énergie renouvelable.

Les centrales nucléaires représentent une puissance développable de 5 800 MW et ont livré 45 006 GWh au réseau haute tension en 2004. Ce qui équivaut à 55% de l'électricité produite en Belgique. Les tranches nucléaires produisent une grande partie de l'électricité en base c'est-à-dire une partie qui n'est pas sujette aux variations journalières et/ou saisonnières.

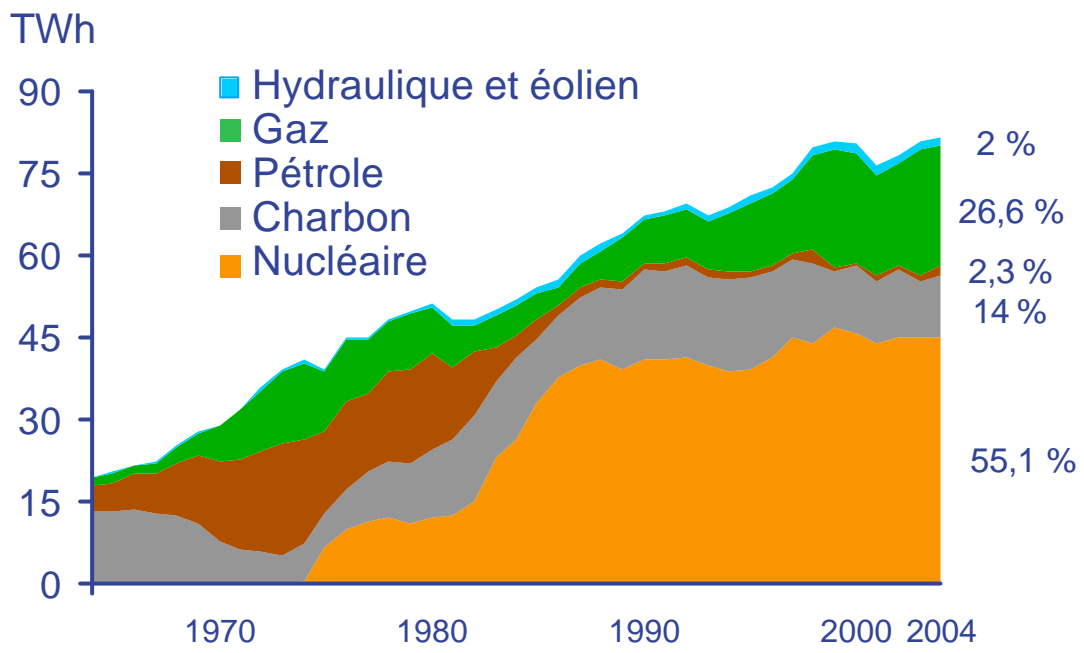
Aujourd'hui, notre pays compte les tranches nucléaires suivantes :

<i>Tranche</i>	<i>Mise en service</i>	<i>Puissance développable</i>	<i>Combustible</i>
<b>Zone de production nucléaire de Doel</b>		<b>2 815 MW</b>	
Doel 1	1975	392 MW	UO <sub>2</sub>
Doel 2	1975	432 MW	UO <sub>2</sub>
Doel 3	1982	1 006 MW	UO <sub>2</sub> et MOX
Doel 4	1985	985 MW	UO <sub>2</sub>
<b>Zone de production nucléaire de Tihange</b>		<b>2985 MW</b>	
Tihange 1	1975	962 MW	UO <sub>2</sub>
Tihange 2	1983	1 008 MW	UO <sub>2</sub> et MOX
Tihange 3	1985	1 015 MW	UO <sub>2</sub>

Les centrales nucléaires belges entendent bien rester parmi les plus performantes au niveau mondial en ce qui concerne la sûreté et la fiabilité. Ainsi le facteur de disponibilité moyen de l'ensemble du parc nucléaire en 2004 s'élève à 88,3 %.

Afin de maintenir les centrales à un haut niveau de sûreté, l'exploitant effectue des améliorations et adaptations permanentes de ses équipements qui constituent souvent des investissements lourds ainsi que des révisions de sûreté périodiques prévues par les impositions légales.

Les centrales nucléaires produisent l'électricité à un prix du kWh compétitif, dans lequel sont inclus tous les coûts actuels et futurs liés à la gestion de l'aval du cycle du combustible et du démantèlement. Cette rentabilité économique peut être maintenue et renforcée par le haut degré de disponibilité des tranches, le bas prix du combustible et une gestion efficace des coûts de l'exploitation. De plus, les centrales contribuent de manière importante à la limitation des rejets de CO<sub>2</sub>, qui participe de manière significative à l'effet de serre. Les tranches nucléaires continueront à jouer un rôle important aussi longtemps qu'elles seront exploitées de manière sûre et économiquement rentable.



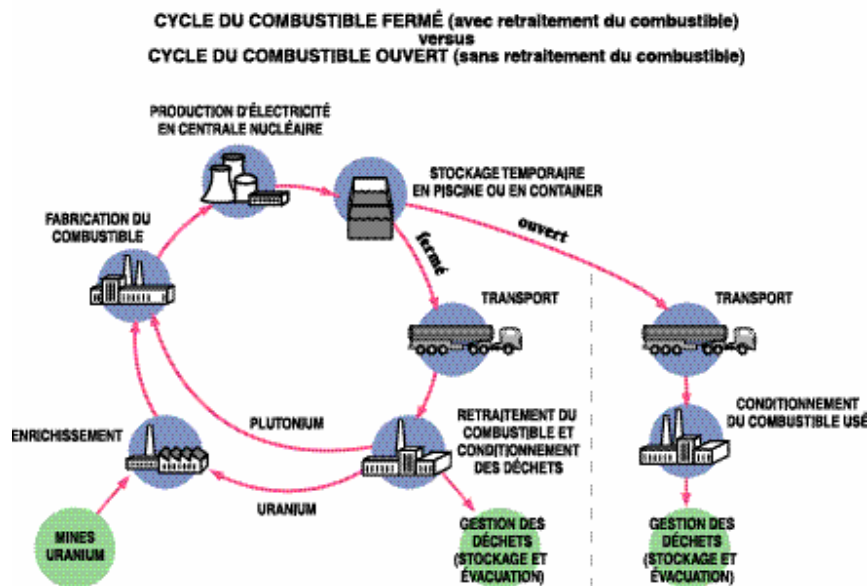
### 3 Gestion du cycle du combustible en Belgique

Dans une centrale nucléaire, le combustible nucléaire (= uranium obtenu après différentes étapes de transformation) est placé sous forme d'éléments combustibles dans le cœur du réacteur. Ces éléments y séjournent trois à quatre ans pour produire de l'électricité. Après cette période, le combustible est retiré du cœur. Il doit d'abord refroidir quelques années dans des piscines prévues à cet effet. La radioactivité décroît pendant cette période.



Ensuite, il existe deux filières :

- **Recycler le combustible utilisé** : via un procédé chimique de retraitement, les déchets radioactifs sont séparés de la matière réutilisable qui peut à nouveau servir pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires belges ;
- **Stocker temporairement le combustible utilisé**, en fonction de l'évolution future de la technologie et des coûts, tant au niveau du recyclage que de l'entreposage définitif. Ce dernier exige quoi qu'il en soit un entreposage préalable d'une cinquantaine d'années.



### 3.1 Recyclage

Le retraitement, qui constitue la première étape du recyclage, permet de séparer, par voie chimique, les 97 % de matière réutilisable pour la production d'électricité (soit 96 % d'uranium et 1 % de plutonium) des 3 % de déchets radioactifs. Concrètement, les déchets radioactifs, des produits de fission inutilisables qui contiennent 98 à 99% de la radioactivité présente dans le combustible utilisé, sont séparés de la solution liquide contenant l'uranium et le plutonium. L'uranium et le plutonium sont alors transformés afin de servir dans la fabrication de nouveaux éléments combustibles ( $UO_2$  ou MOX - *Mixed Oxide* :  $UO_2 + PuO_2$ ). Pour ce qui est des déchets, ils sont calcinés et la poudre obtenue est mélangée à haute température avec du granulats de verre, cette solution est versée dans un conteneur en acier inoxydable. La vitrification, un procédé industriel maîtrisé depuis longtemps consiste à incorporer les produits de fission dans la structure moléculaire d'un verre spécial conçu à cet effet - voir chapitre 4. Ces opérations visent à réduire le volume des déchets et à les transformer en un matériau solide, compact, chimiquement stable à long terme et non-dispersable.

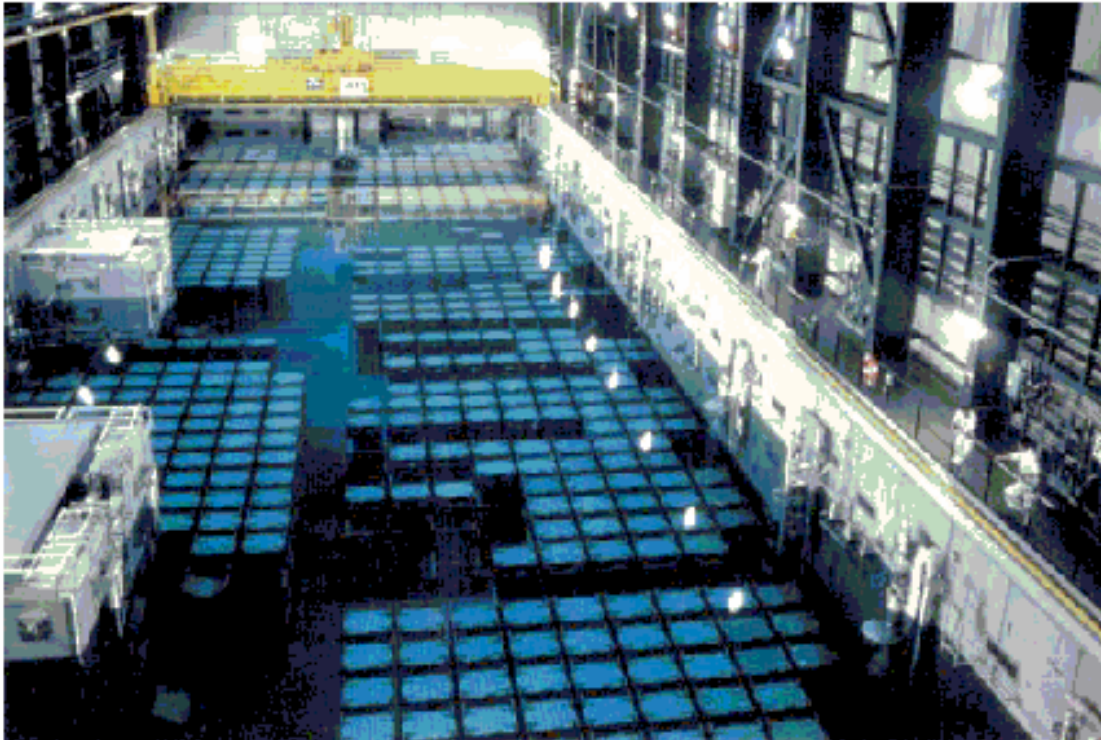
La technologie du retraitement est industriellement au point depuis bien longtemps et permet d'exploiter les matières premières de façon optimale. La Belgique ne dispose pas d'usine de retraitement et confie celui-ci à COGEMA qui bénéficie de toute la compétence et de l'expérience nécessaires dans ce domaine.

#### Usine de retraitement de COGEMA - La Hague

Piscine d'entreposage de combustibles usés - usine de retraitement de COGEMA - La Hague



crédit photo : COGEMA



crédit photo : COGEMA

### **3.2 Stockage temporaire du combustible utilisé**

Le combustible utilisé est stocké temporairement dans des installations spécialement prévues à cet effet sur les sites nucléaires de Doel et Tihange.

#### **Le stockage temporaire de combustible utilisé sur les sites de Tihange et de Doel**

Pour tenir compte des exigences sévères, logiques dans un pays à forte densité de population et à trafic aérien intense, a été développé, pour Doel comme pour Tihange, un système de stockage très compact afin de permettre le stockage d'un maximum d'assemblages de combustible utilisé dans un minimum de volume.

Les méthodes techniquement éprouvées qui répondaient aux critères étaient le stockage en râteliers sous eau dans des piscines de stockage bunkérisées et le stockage à sec en conteneurs blindés.

Pour Doel comme pour Tihange, la sécurité et la flexibilité de ces solutions ont été examinées et une estimation des coûts a été établie, compte tenu des possibilités techniques différentes pour chacun des deux sites.

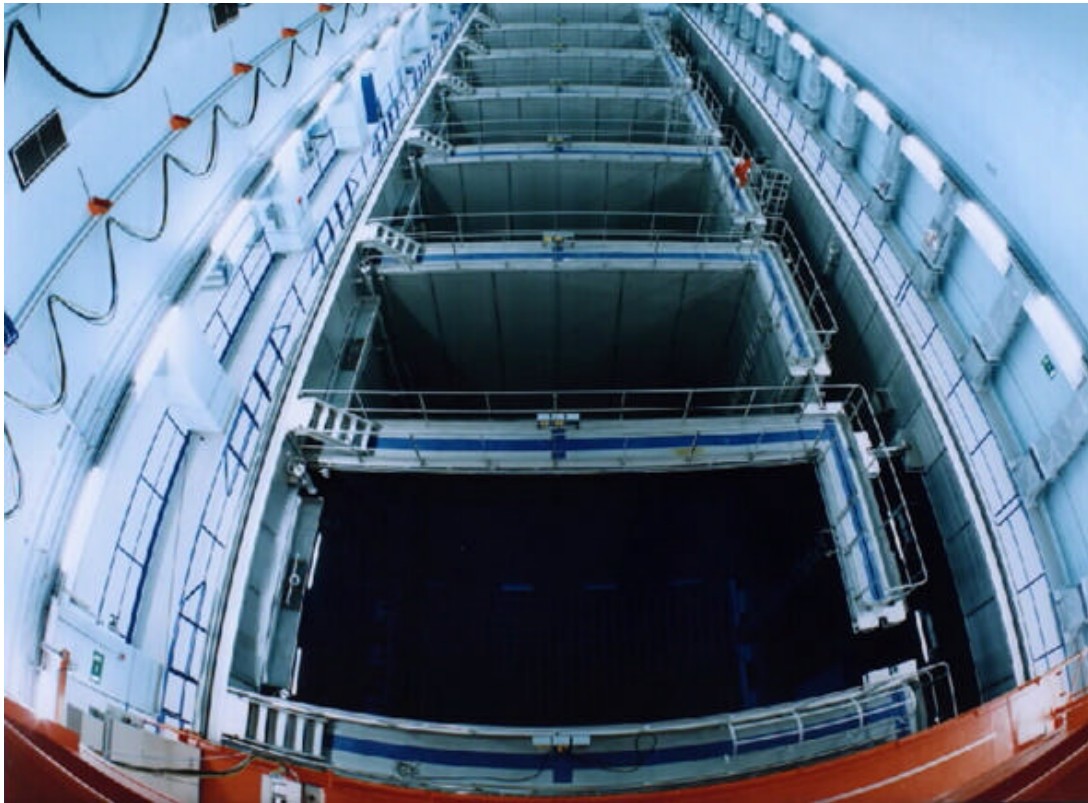
A Doel, le choix s'est porté sur un système de conteneurs de stockage à sec dans des conteneurs cylindriques en acier, résistants au feu, à une chute libre, à l'effondrement du bâtiment dans lequel ils sont placés et même à l'impact d'un avion de combat F-16. Une paroi en acier massif de 20 cm d'épaisseur garantit la bonne résistance du conteneur dont les dimensions limitées permettent d'atteindre une densité de stockage élevée (24 à 37 assemblages de combustible par conteneur d'un diamètre extérieur d'environ 2,5 m). Ce système de stockage est modulaire.

Le Bâtiment de Stockage de Conteneurs (appelé SCG "Splijstof Container Gebouw") à Doel a été mis en service en 1995.



A Tihange, les capacités requises et les possibilités techniques ne sont pas les mêmes qu'à Doel.

Pour Tihange, un bâtiment bunkérisé contenant des piscines pour stockage sous eau convenait le mieux aux exigences. En 1997, le bâtiment DE ("Extension" du bâtiment existant "D") a été mis en service.



### **Evacuation directe du combustible usé**

Avec l'évacuation directe du combustible usé, il n'y a pas de séparation sélective des matières réutilisables et inutilisables. Après un entreposage d'une cinquantaine d'années, l'élément combustible est conditionné. Ce conditionnement a pour objectif d'assurer le confinement des radioéléments présents afin d'éviter leur dispersion et de permettre la manipulation aisée du colis au cours des étapes suivantes de sa gestion.

C'est ainsi qu'un emballage cylindrique - appelé "bouteille" - a été conçu à l'état d'étude pour le confinement des éléments combustible; excepté sa longueur, cet emballage ressemble à celui des conteneurs de déchets vitrifiés.

Comme les conditions géologiques diffèrent d'un pays à l'autre (sel, argile, granite, etc.), il n'existe pas de procédé standard pour le conditionnement des éléments de combustible et chaque concept doit être adapté en fonction du contexte géologique. La conception d'une usine de conditionnement ainsi que l'élaboration d'un procédé de conditionnement font l'objet d'études approfondies.

Ce conditionnement devra donc se faire en tenant compte des résultats des travaux de recherche et développement sur l'évacuation géologique qu'effectue l'ONDRAF en ce moment.

### 3.3 Choix politiques

Depuis le début du nucléaire en Belgique, le secteur privé a travaillé en étroite collaboration avec le secteur public et en concertation permanente avec les Autorités belges. La politique de gestion du cycle du combustible est développée par SYNATOM conformément aux décisions politiques successives en la matière. Ainsi SYNATOM a conclu dans les années 70 des contrats de retraitement pour une partie du combustible usé (670 tonnes au total). Ces contrats se sont terminés fin 2001, tout le combustible usé ayant été retraité à COGEMA - la Hague.

Suite à la résolution gouvernementale de '93, il a été décidé en '98 que les options des cycles ouvert et fermé doivent être considérées sur un pied d'égalité.

Le stockage temporaire tel que prévu actuellement sur les sites de Doel et de Tihange cadre dans la stratégie de gestion et permet de laisser les deux options ouvertes. La flexibilité et la capacité du stockage temporaire permettent de poursuivre les études concernant l'aval du cycle du combustible nucléaire et de tenir compte de façon optimale des progrès technologiques et économiques.

### 3.4 Financement

Les coûts aussi bien actuels que futurs liés à toute la gestion du cycle du combustible usé sont intégrés dans le coût total du kWh nucléaire depuis de longues années. Ils sont basés d'une part sur des coûts actuels et donc connus et d'autre part sur des estimations définies en concertation avec l'ONDRAF et tenant compte d'une marge d'incertitude. La constitution des provisions requises est vérifiée par les réviseurs d'entreprise et un comité de suivi<sup>1</sup>. Une fois les déchets réceptionnés par l'ONDRAF, les provisions correspondantes sont transférées dans le fonds à long terme.

Ces mécanismes de financement garantissent qu'à tout moment l'argent nécessaire soit disponible pour la gestion sûre et économique de l'aval du cycle combustible.

---

<sup>1</sup> *L'administrateur général de la Trésorerie ou son suppléant, le président du comité de direction de la CREG ou son suppléant, le fonctionnaire dirigeant de l'administration du Budget ou son suppléant, une personne désignée par la Banque Nationale de Belgique ou son suppléant, le président de la Commission Bancaire, Financière et des Assurances (CBFA) ou son suppléant, le fonctionnaire dirigeant de l'administration de l'Energie ou son suppléant.*

## 4 Déchets vitrifiés

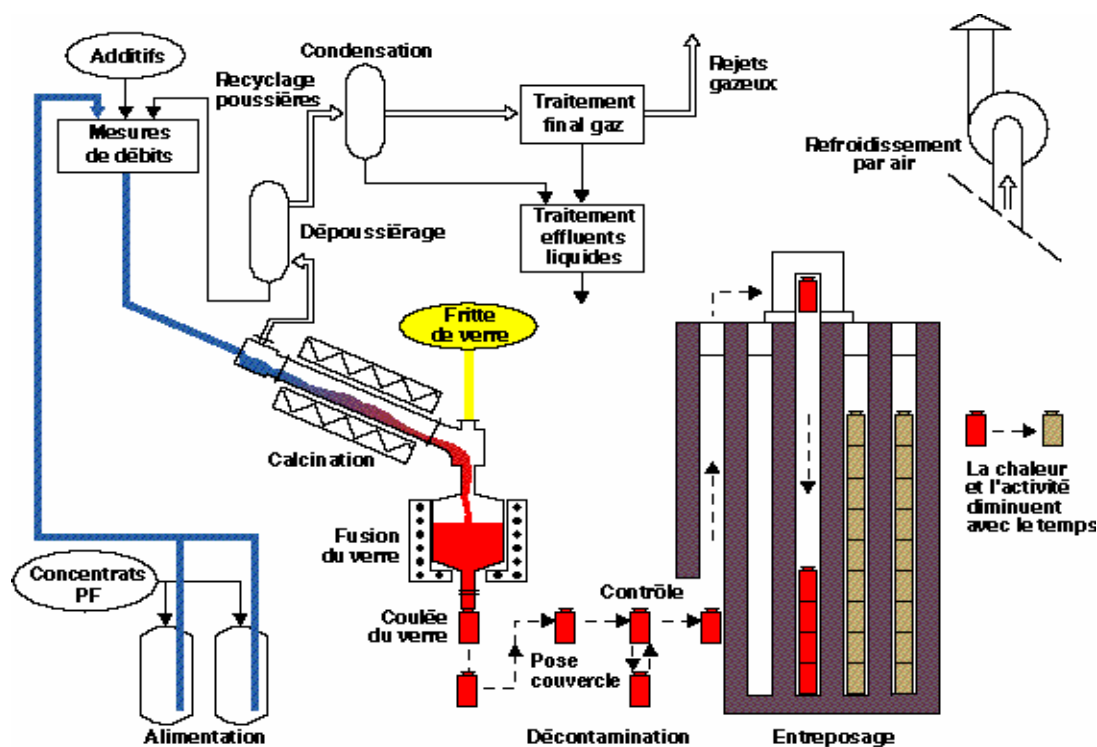
Les produits de fission produits dans le réacteur et contenus dans le combustible usé représentent l'essentiel de la radioactivité liée à la production d'électricité. Ces produits de fission ne sont pas réutilisables et sont gérés comme des déchets de haute activité ("High Level Waste" ou "HLW", en anglais). Lors du retraitement, la petite fraction (3%) de produits de fission est séparée des matières réutilisables (97%) et ensuite 'vitrifiée', c'est-à-dire incorporées dans un verre au borosilicate qui l'immobilise et permet son confinement sous une forme appropriée à son enfouissement définitif.

A l'échelle internationale, le verre au borosilicate est unanimement reconnu comme étant la matrice la mieux adaptée et la plus stable pour ces déchets. Ceci constitue le déchet vitrifié qui, dans un volume compact, contient 99 % de la radioactivité totale des différents déchets séparés au cours des opérations de retraitement.

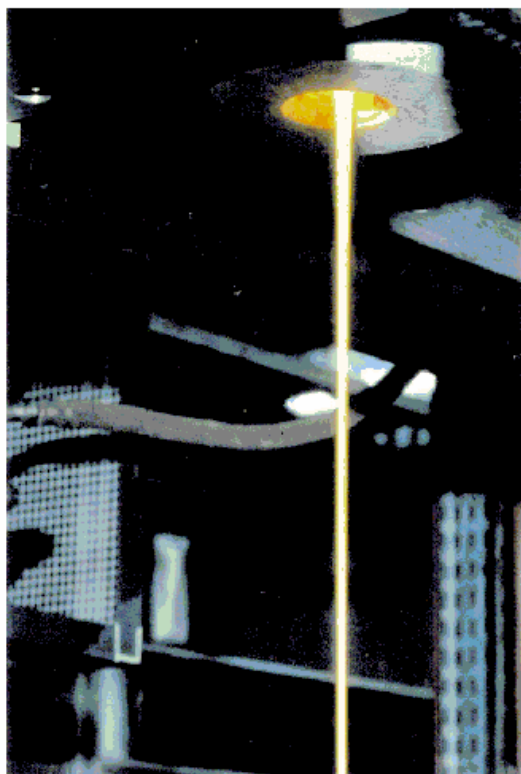
Le conteneur, dans lequel les déchets vitrifiés sont coulés, est un cylindre en acier inoxydable de 1,34 mètre de hauteur et 43 cm de diamètre, contenant 150 litres (environ 400 kg) de verre solide dont 16 % de produits de fission correspondant au retraitement d'environ 1,6 tonne de combustibles usés.

La puissance thermique initiale de chaque conteneur est comparable à la puissance d'un radiateur domestique classique.

### Procédé français de vitrification



## Coulée du verre



crédit photo : COGEMA

## Contrôle final d'un conteneur de verre



crédit photo : COGEMA

Les conteneurs de déchets vitrifiés produits dans les deux ateliers de vitrification (R7 et T7) de COGEMA - La Hague sont provisoirement entreposés dans un lieu de stockage permettant leur refroidissement, avant transport vers les pays clients. La capacité des installations est de 400 puits contenant chacun 9 conteneurs de déchets vitrifiés. Leur transfert entre l'atelier de vitrification et les puits d'entreposage, puis entre les puits et l'emballage de transport se fait au moyen d'une hotte de transfert blindée et commandée à distance, garantissant en permanence le confinement absolu des conteneurs.

Hall d'entreposage des conteneurs de déchets vitrifiés de l'atelier de vitrification  
R7



crédit photo : COGEMA

## Garantir la Qualité et la Sûreté au moment de la production du verre

Les déchets vitrifiés sont produits selon des spécifications particulières approuvées par les Ministères français en charge de l'Industrie et de l'Environnement. Ces spécifications ont également été approuvées par les Autorités gouvernementales des pays qui ont envoyé leurs combustibles usés à retraiter à COGEMA. Pour la Belgique, les spécifications COGEMA ont été approuvées par l'ONDRAF.

Pour garantir que le verre produit soit conforme aux spécifications, COGEMA a mis en place des programmes d'Assurance Qualité et de Contrôle Qualité très stricts (AQ/CQ). Ces programmes mettent particulièrement l'accent sur la qualité des composants du verre, sur le contrôle du procédé durant la phase de production du verre, et sur le contrôle de la qualité. Les spécifications du verre produit par les usines de retraitement de COGEMA ont reçu l'agrément des Autorités de Sûreté françaises et sont validées par le Japon, l'Allemagne, la Belgique, la Suisse et les Pays-Bas.

Parallèlement, l'ensemble des clients de COGEMA a confié au Bureau Véritas<sup>2</sup> la responsabilité de contrôler les opérations, de vérifier les programmes d'Assurance Qualité et de certifier la conformité de chaque conteneur aux spécifications COGEMA. Après examen des dispositions prises par COGEMA pour assurer la qualité du produit, l'ONDRAF a prononcé la qualification de l'installation et du procédé de vitrification.

De plus, l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA)<sup>3</sup> a accès à tous les documents relatifs à la production et effectue des audits des installations de vitrification et de désentreposage pour vérifier la qualité des déchets vitrifiés produits à COGEMA - La Hague et leur conformité aux spécifications.

L'ANDRA rédige des rapports à l'attention de la Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR). L'ONDRAF s'assure de la validité de la qualification en s'appuyant notamment sur les compétences de l'ANDRA (agissant pour le compte des autorités de sûreté françaises) en matière de suivi de la qualité des déchets et des dispositions AQ-CQ mises en œuvre par la COGEMA.

Pour chaque conteneur de déchets vitrifiés produit à COGEMA - La Hague, une documentation complète constituant le "Dossier Qualité" est fourni. Il inclut les données relatives au procédé et aux contrôles réalisés sur chaque conteneur, ainsi que la déclaration de conformité de COGEMA et le certificat délivré par le Bureau VÉRITAS.

---

<sup>2</sup> Cette société française de services intervient, entre autres, pour contrôler la sécurité et l'Assurance Qualité dans des domaines aussi divers que l'industrie, l'environnement...

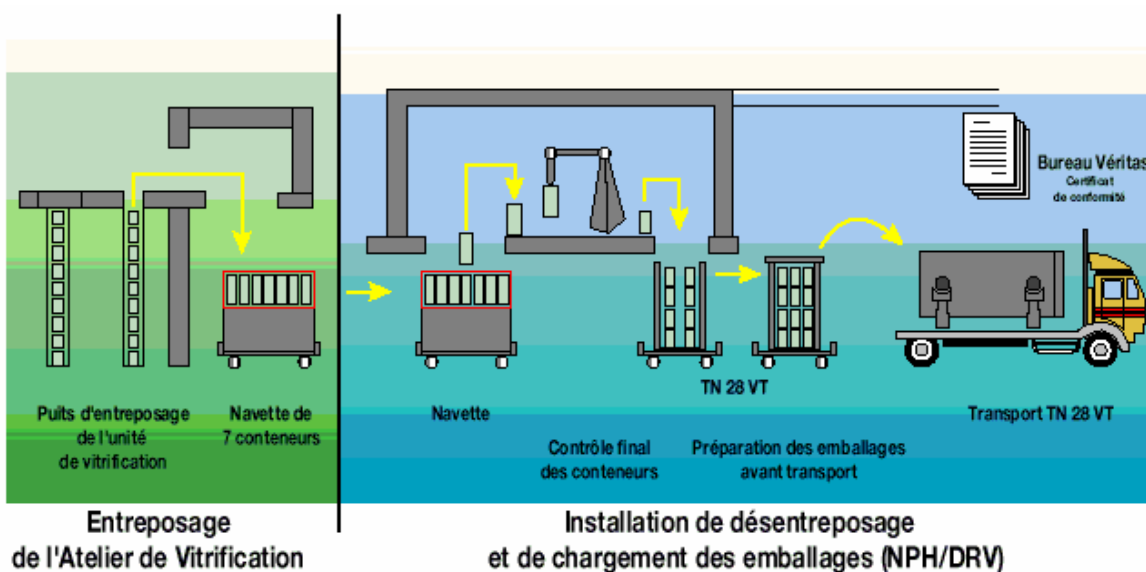
<sup>3</sup> L'ANDRA est l'établissement public français, indépendant des producteurs de déchets, en charge de la gestion des déchets radioactifs produits en France. Sous le contrôle des pouvoirs publics, l'Agence a notamment pour mission de vérifier la qualité des déchets radioactifs, de répertorier et de localiser l'ensemble des déchets de ce type présents sur le territoire français et de concevoir, implanter, construire et gérer des centres d'entreposage adaptés à leurs différentes caractéristiques (déchets faiblement et moyennement radioactifs à vie courte et déchets de haute activité et à vie longue).

## 5 Transport des déchets vitrifiés de France vers la Belgique

### 5.1 Avant le transport

Préalablement à l'expédition, les conteneurs de déchets vitrifiés, entreposés dans le hall d'entreposage des ateliers de vitrification de COGEMA - La Hague ont été désentreposés et ont subi une inspection finale en présence de SYNATOM et l'ONDRAF avant d'être chargés dans l'emballage de transport.

#### Opérations de désentreposage et de chargement



### Garantir la Qualité et la Sûreté avant le transport

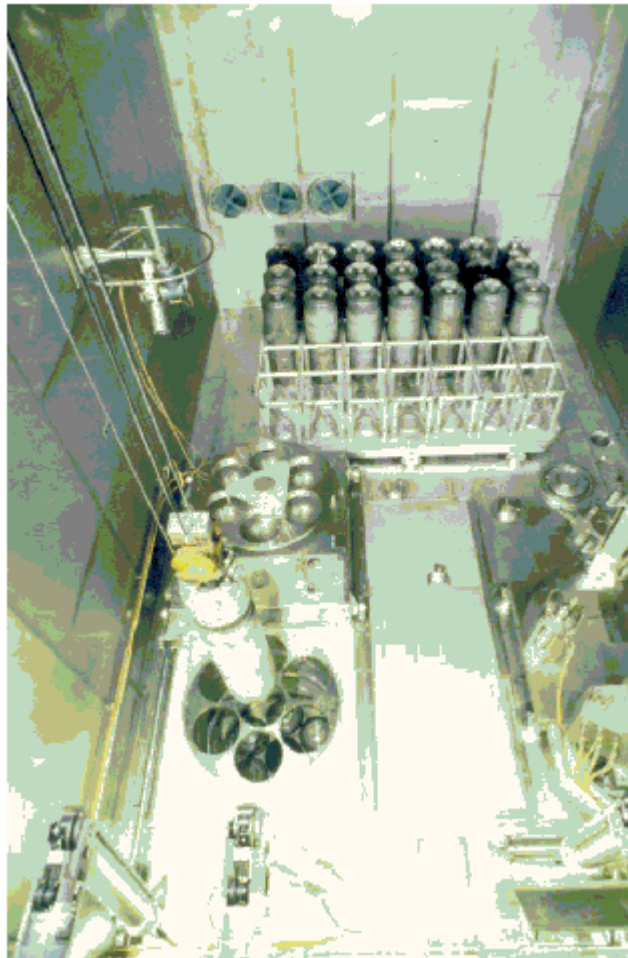
Dans l'atelier de désentreposage DRV de COGEMA - La Hague, un ultime contrôle de chaque conteneur est effectué. Ce contrôle comprend une inspection visuelle, une mesure du débit de dose et un contrôle de l'activité surfacique.

Ces opérations sont également vérifiées par le Bureau VÉRITAS. Ensuite, les conteneurs sont chargés dans l'emballage de transport.

Après le chargement, l'emballage est inspecté afin de vérifier sa conformité aux réglementations de transport: mesure du débit de dose, contamination surfacique, température de surface, etc.

Les représentants des clients sont témoins de toutes ces opérations et acceptent de manière formelle les conteneurs et l'emballage chargé.

Déchargement des conteneurs de déchets vitrifiés de la navette dans l'atelier de désentreposage des déchets vitrifiés



crédit photo : COGEMA

Désentreposage des déchets vitrifiés



crédit photo : COGEMA

## 5.2 Le transport

### Transport des déchets vitrifiés de COGEMA-La Hague vers Dessel



### Terminal ferroviaire de COGEMA Logistics à Valognes

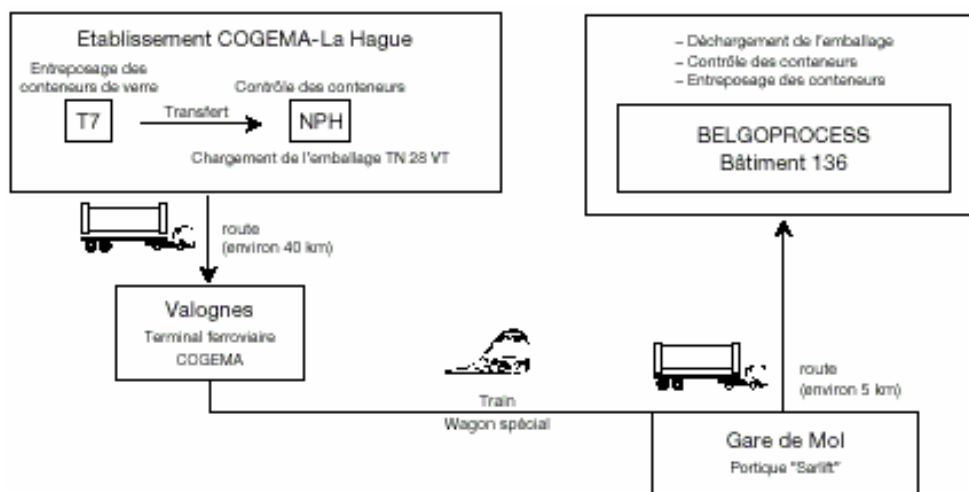


crédit photo : COGEMA

Le transport lui-même se déroule dans des conditions analogues à celles appliquées aux transports des combustibles usés entre la Belgique et COGEMA - La Hague. Il comprend les étapes suivantes :

- Transfert des emballages par route de l'usine de COGEMA - La Hague au terminal ferroviaire de Valognes, distant de 40 km. COGEMA utilise pour ce transfert une remorque d'une capacité maximale de 160 tonnes, dotée de lignes de doubles essieux, et conforme à la réglementation nationale s'appliquant aux convois exceptionnels et aux matières dangereuses.
- Au terminal ferroviaire de Valognes, l'emballage est transféré sur un wagon spécialement conçu à cet effet, qui a reçu, d'une part, l'agrément de la Société Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF) et de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges (SNCB) et, d'autre part, les autorisations des autorités compétentes.
- Transport par voie ferroviaire depuis Valognes jusqu'en gare de Mol (province d'Anvers).
- A son arrivée à la gare de Mol, l'emballage est déchargé du wagon sur un véhicule spécifique au moyen d'un portique (type sarlift).
- Transport par route de la gare de Mol vers le site d'entreposage de Dessel situé à 5 km au moyen d'un véhicule spécifique.

Le transport étant achevé, BELGOPROCESS réceptionne, pour le compte de l'ONDRAF, l'emballage, décharge les conteneurs de verre et les inspecte avant de les placer dans le bâtiment d'entreposage.



#### Légende :

- T7 = Atelier de vitrification  
 NPH = Atelier de désentreposage et de chargement des emballages

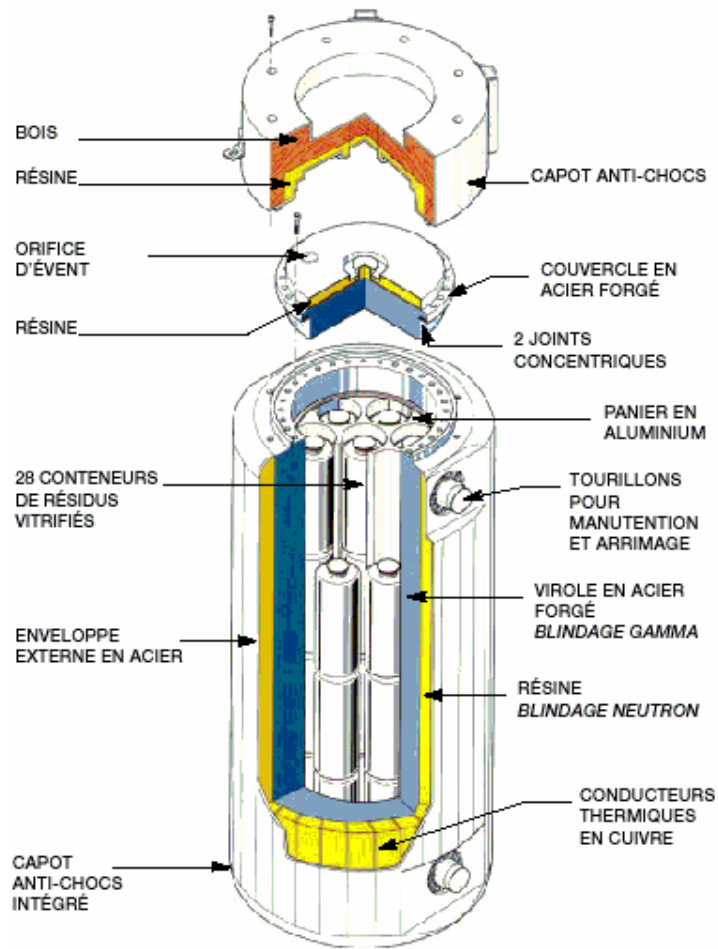
### 5.3 L'emballage de transport TN 28 VT

L'emballage de transport, optimisant les contraintes de poids, de taille et de dégagement thermique, a été spécifiquement conçu pour le transport des conteneurs de déchets vitrifiés. Il s'agit du TN 28 VT. Le panier en aluminium de l'emballage de transport permet, en fonction des besoins, de contenir 20 ou 28 conteneurs dégageant chacun une puissance thermique de moins de 2 kW. Son poids et sa taille sont similaires à ceux des emballages utilisés pour le transport des combustibles usés (TN 12, TN 17, ...).

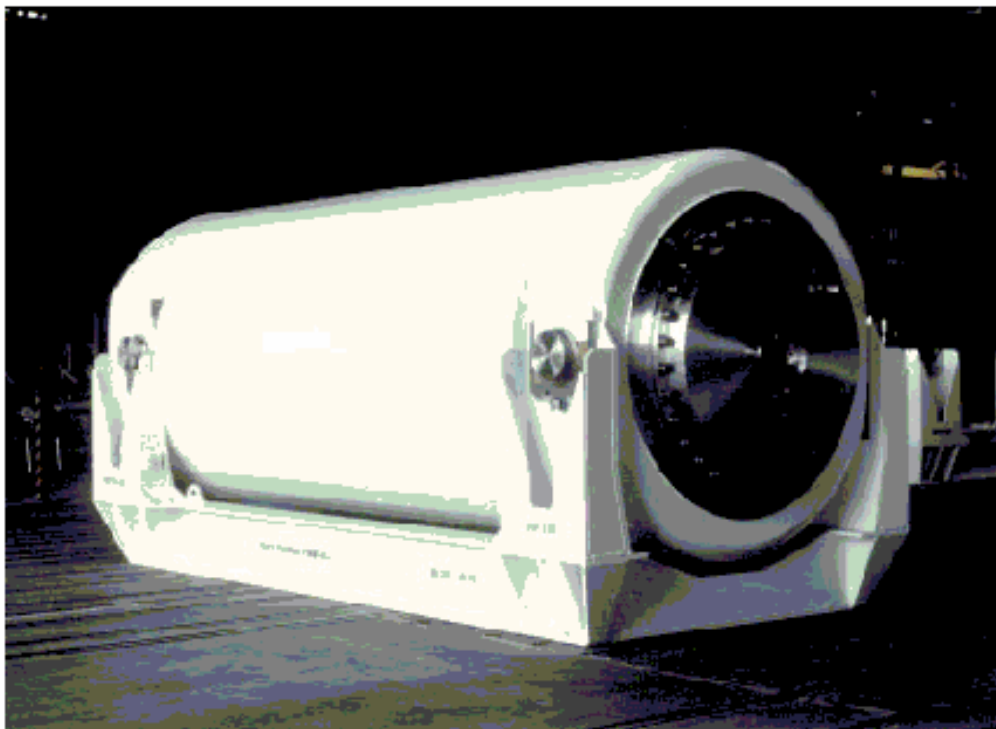
#### CARACTERISTIQUES DU TN 28 VT

Désignation	TN 28 VT
Poids total à vide	98 tonnes
Poids total (en charge)	112 tonnes
Dimensions	(ø 2,4 m x 6,6 m)
Capacité	20 ou 28 conteneurs (10 ou 14 tonnes)
Dégagement de chaleur	Max. 39,4 kW
Principaux éléments de l'emballage de transport :	
- Corps	- Acier forgé, résine, bois, etc.
- Couvercle	- Acier inoxydable, résine, etc.
- Panier	- Alliage d'aluminium et d'acier
- Capot amortisseur de choc	- Acier, résine, bois.

## Emballage TN 28 VT pour le transport des déchets vitrifiés



## Emballage de transport TN 28 VT sans capot d'amortisseur de choc



credit photo : COGEMA

#### **5.4 Quel est le cadre réglementaire applicable à ces transports ?**

Tout le matériel utilisé et toutes les opérations effectuées dans le cadre de ces transports sont conformes aux réglementations internationales et nationales.

Les organisations internationales définissent, avec le concours des Etats membres, les recommandations et les réglementations applicables. Au niveau national, chaque pays édicte ses propres législations et réglementations, établies en cohérence avec celles des organisations internationales.

Le transport des matières nucléaires obéit à une réglementation de transport stricte et rigoureusement appliquée pour les matières dangereuses, et plus particulièrement pour les matières radioactives.

Le transport des matières dangereuses est soumis à différentes réglementations selon le mode de transport utilisé (transport routier, ferroviaire ou maritime) et les pays concernés.

En France et en Belgique, les règlements applicables sont conformes aux règlements internationaux ADR et RID pour les transports internationaux de marchandises dangereuses par route et par rail.

Spécifiquement pour le transport des matières radioactives, les recommandations de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) sont appliquées. Les réglementations sont appliquées par chacune des Autorités nationales et reposent en tout premier lieu sur l'intégrité de l'emballage de transport qui garantit la sûreté durant le transport. Pour cette raison, ces réglementations définissent différents types d'emballages. Les critères de conception correspondants prennent en compte la radioactivité et la forme sous laquelle la matière est transportée. Plus précisément, afin de transporter des conteneurs de déchets vitrifiés, les emballages doivent obéir aux spécifications de type B(U) F de l'AIEA. L'emballage de transport TN 28 VT, conçu par COGEMA LOGISTICS répond à toutes ces spécifications et a reçu l'agrément des Autorités françaises et belges.

#### **Les organisations chargées de l'application de la réglementation**

En France, la Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR), placée sous la double tutelle des ministères de l'Industrie et de l'Environnement, est chargée de l'application de la réglementation concernant la sûreté des transports. L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) lui fournit l'expertise en matière d'évaluation de la sûreté.

En Belgique, l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN), placée sous la tutelle du Ministre de l'Intérieur, est chargée de l'application de la réglementation concernant la sûreté des transports de substances radioactives.

## 5.5 Quelles sont les mesures de sûreté pour le transport ?

Tous les équipements, et particulièrement l'emballage de transport, utilisés pour le transport de déchets vitrifiés issus du retraitement sont conformes à la réglementation en vigueur et prennent en compte le risque d'accident.

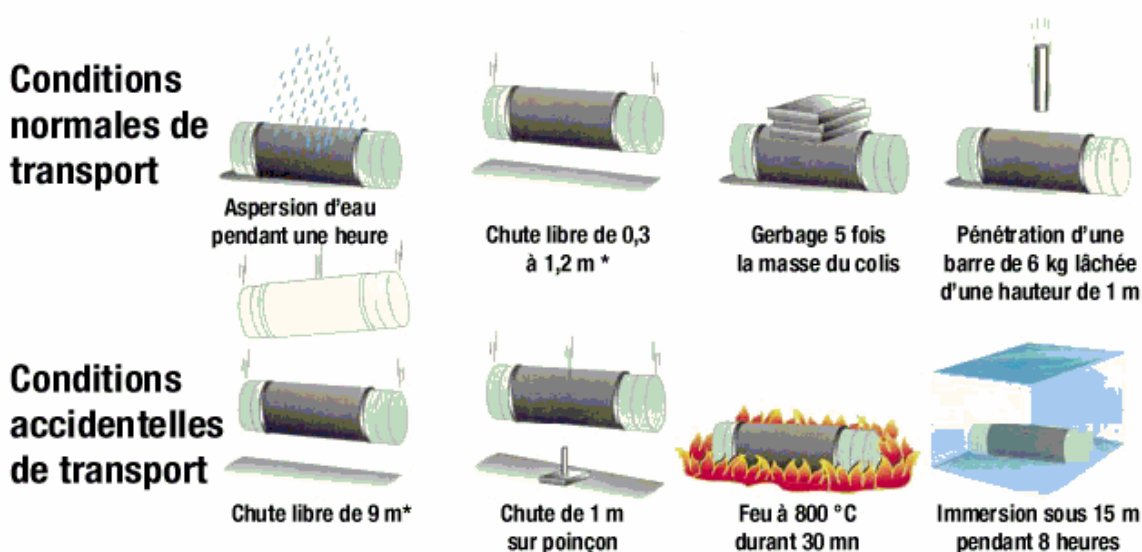
### Les caractéristiques de sûreté des emballages

L'emballage de transport TN 28 VT, qui rentre dans la catégorie des emballages de type B(U) F contenant des matières fissiles, répond à l'ensemble des critères techniques établis pour garantir la sûreté des opérations en conditions normales mais aussi en conditions accidentelles.

L'emballage est soumis à une série de tests très contraignants permettant de vérifier sa résistance et de garantir sa sûreté. Les tests réglementaires de l'AIEA simulant les conditions accidentelles de transport, comprennent deux types d'épreuves de chute: une chute libre de 9 mètres sur une surface indéformable et une chute de 1 mètre sur un poinçon en acier. L'emballage, après avoir subi ces épreuves de chute, est soumis à un test de feu enveloppant (800° Celsius) pendant 30 mn. Il est également prévu un test d'immersion. A l'issue de ces épreuves, l'emballage doit conserver la totalité de son étanchéité et toutes ses fonctions pour que le niveau de rayonnement à l'extérieur reste dans les limites admises internationalement.

Une analyse de sûreté complète de l'emballage TN 28 VT, incluant les tests réglementaires, a montré que tous les critères de sûreté et, en particulier, l'intégrité de la structure, la tenue à la chaleur, le confinement, le blindage et le maintien en dessous du seuil de criticité étaient respectés. La sûreté de l'emballage de transport, tant en situation normale qu'en situation extrême, est ainsi assurée.

### Principaux tests pour les colis de type B(U) F



\* Sur une surface indéformable

## 6 Entreposage intermédiaire

L'entreposage intermédiaire des déchets vitrifiés s'inscrit dans le cadre des activités de gestion des déchets radioactifs. Elles visent à isoler les déchets de l'homme et de l'environnement aussi longtemps qu'ils présentent un danger potentiel. Cet entreposage se justifie doublement: d'une part, il permet de mettre les déchets en sûreté pour le court terme, en attendant que les programmes relatifs au développement d'une installation opérationnelle pour le dépôt final aboutissent; d'autre part, il permet aux déchets de refroidir suffisamment avant de pouvoir être transférables vers leur lieu de dépôt final, une couche d'argile profonde, sans risquer de l'altérer. Les déchets vitrifiés dégagent en effet initialement une puissance thermique maximale de l'ordre de 2KW par conteneur, soit une puissance comparable à celle d'un radiateur électrique à usage domestique, et doivent dès lors refroidir pendant une cinquantaine d'années dans un lieu d'entreposage intermédiaire.

En Belgique, BELGOPROCESS, filiale de l'ONDRAF, assure l'entreposage intermédiaire sûr des déchets vitrifiés de haute activité. Un bâtiment spécifique, appelé le bâtiment 136, a été conçu pour l'entreposage intermédiaire des déchets vitrifiés en provenance du retraitement à COGEMA - La Hague de combustible des centrales nucléaires belges. Celui-ci abritera les déchets vitrifiés belges de haute activité durant au moins cinquante ans, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'ils puissent être enfouis dans des couches géologiques profondes et stables. Il est à noter que BELGOPROCESS a une longue expérience dans le domaine car dans le passé des déchets de haute activité furent vitrifiés sur son site et il assure également depuis plus de dix ans l'entreposage sûr d'environ 2200 conteneurs (*5 fois plus que la quantité totale qui doit revenir de France*) de déchets du même type dans un bâtiment similaire, appelé le bâtiment 129.

Les cellules d'entreposage ont été étudiées pour résister à des conditions extrêmes: séisme, tempête, explosion proche et impact d'un avion de chasse. C'est pourquoi l'aire d'entreposage est entourée de murs épais et résistants, dont l'armature assemblée par des moufles lui permet de conserver son élasticité même en cas de forts séismes. Ces murs permettent aussi de maintenir le niveau de rayonnement à l'intérieur comme à l'extérieur du bâtiment d'entreposage bien en dessous des normes légales.

Le bâtiment 129, sur le site de Belgoprocess:  
des déchets vitrifiés entreposés en toute sûreté depuis plus de 10 ans



Bâtiment 136 (extérieur): contient actuellement 196 conteneurs de déchets vitrifiés



## Déroulement des opérations

- I. **Dans le hall de réception**, un pont roulant d'une capacité de 130 tonnes permet de redresser l'emballage de transport.



- II. **Dans le sas** ont lieu les contrôles de l'emballage de transport, avec notamment le prélèvement d'un échantillon gazeux à l'intérieur de l'emballage.
- III. **La cellule de déchargement** permet de vider l'emballage de transport. Les mouvements dans la cellule de déchargement sont commandés depuis la chambre de contrôle blindée. L'opérateur a en permanence toutes les données chiffrées sur son écran et il conserve un contrôle visuel à travers les vitres au plomb. Après l'ouverture du couvercle, les conteneurs de déchets sont déchargés un à un à l'aide d'un pont roulant.



Bien que déjà contrôlés à COGEMA - La Hague, les conteneurs de déchets vitrifiés sont soumis, à leur arrivée à BELGOPROCESS, à des contrôles complémentaires, pour lesquels ils sont placés sur une table tournante. On peut ainsi vérifier qu'ils sont intacts et exempts de contamination de surface et mesurer leur température ainsi que leur niveau de rayonnement.

Les conteneurs de déchets vitrifiés sont ensuite placés dans un ascenseur et transférés dans le hall de transfert via une ouverture dans le plafond de la cellule de déchargement.

- IV. **Le hall de transfert** est l'espace qui relie la cellule de déchargement aux cellules d'entreposage. Les conteneurs de déchets vitrifiés sont transférés et empilés dans les puits des cellules à l'aide d'une machine de chargement. Un puits peut accueillir dix conteneurs. Chaque puits est fermé par un bouchon thermique (qui fait écran à la chaleur vers le haut) et par un bouchon de blindage.



Les cellules d'entreposage sont des structures fermées en béton armé comportant chacune trois rangées de dix puits en acier, ancrés dans le sol et au plafond. Des orifices aux extrémités inférieures de ces puits permettent une ventilation forcée entre la paroi des gaines et celle des conteneurs de déchets vitrifiés, afin d'évacuer la chaleur des conteneurs.



### **Garantir la Qualité et la Sûreté après le transport**

L'ONDRAF a mis en place les dispositions nécessaires pour vérifier que les déchets vitrifiés reçus sont conformes aux normes et réglementations garantissant la sûreté de leur entreposage dans l'installation de Dessel. Les Autorités compétentes s'assurent que ces dispositions sont respectées.

## 7 Gestion à long terme des déchets radioactifs en Belgique

Après une période d'entreposage permettant la décroissance de la plus grande partie des produits de fission à vie courte et le refroidissement des déchets vitrifiés, les conteneurs pourraient être enfouis dans un site géologique profond afin de garantir leur isolation de la biosphère.

L'enfouissement géologique des déchets hautement radioactifs à vie longue est reconnu à l'échelle internationale comme un concept présentant toutes les garanties techniques de sûreté.

Les barrières successives de confinement des déchets que constituent le verre au borosilicate lui-même, le conteneur, ainsi que les autres barrières ad hoc et enfin les formations géologiques qui entourent le site d'enfouissement (barrière naturelle) seront autant de garanties à long terme contre tout retour d'activité dans l'environnement.

Diverses formations géologiques peuvent entrer en ligne de compte, parmi lesquelles les couches argileuses du sous-sol belge.

Les recherches sur l'enfouissement des déchets vitrifiés de haute activité dans l'argile ont débuté en 1974 et se sont entre autres concrétisées par la construction d'un laboratoire souterrain, le laboratoire HADES, situé sous le site du Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SCK\*CEN), à Mol.

Les concepts et scénarios de la gestion des déchets radioactifs développés par l'ONDRAF accordent, ainsi que demandé par les autorités belges, une grande importance à la progressivité et à la réversibilité de la réalisation. Tout le processus décisionnel qui entourera le choix technique, la construction, l'exploitation et la fermeture de l'installation de dépôt se déroulera de façon progressive et toutes les parties concernées seront impliquées dans les prises de décision à chacune des étapes.