

# Transport des colis de déchets HA-MAVL depuis les sites expéditeurs vers Cigéo

(Art. 54 PNGMDR)

Réunion plénière du PNGMDR du 11 septembre 2019



# Sommaire



- Demande réglementaire
- Inventaire des colis, chroniques d'expédition et planning type de déploiement des flottes d'emballages



- Avancement des études de transportabilité Orano
- Avancement des études de transportabilité EDF
- Avancement des études de transportabilité CEA



- Conclusion

Orano EDF CEA

Transports vers Cigéo – Art.54 PNGMDR

# 01

## Demande réglementaire



# Demande réglementaire

## Article 54 de l'arrêté du 23 février 2017 :

« Dans le cadre de leurs travaux sur le schéma logistique prévu à l'article D. 542-93 du code de l'environnement, EDF, le CEA et Areva remettent au ministre chargé de l'énergie avant le 31 décembre 2017 une étude sur les modalités de transport des colis HA et MA-VL destinés à CIGEO depuis leurs installations d'entreposage. Cette étude comprend :

- i. un planning détaillé des études de conception, des études d'agrément et de la fabrication des emballages de transports nécessaire aux colis destinés à CIGEO, en se basant sur le retour d'expérience des développements d'emballages passés;
- ii. un schéma optimisé des modes de transport vers CIGEO, intégrant une description des moyens de transbordement adaptés aux transports multimodaux retenus ou envisagés ainsi qu'une description des modifications d'infrastructures de transport nécessaires à la mise en œuvre du schéma ».

L'ASN et l'ASND sont saisies pour avis sur cette étude. »



# 02

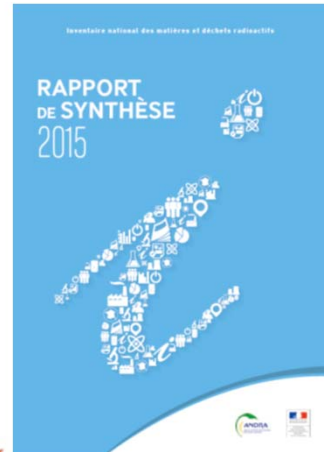
**Inventaire des colis  
Chroniques d'expédition  
Planning type de déploiement  
des flottes d'emballages**



# Inventaire des colis de déchets – Scénario du PIGD VE (Fin 2016)

## Scénario du PIGD VE = IN 2015 = Référence études APD Cigéo

- Poursuite de la production électronucléaire
- Durée de fonctionnement de 50 ans de l'ensemble des réacteurs
- Traitement de la totalité des CU REP, RNR, Phénix, Superphénix, CEA Civil et DAM
- Adaptation de la durée de fonctionnement des usines du cycle à celle des réacteurs

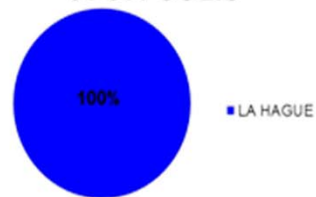


Transports vers Cigéo – Art.54 PNGMDR  
CEA Orano EDF

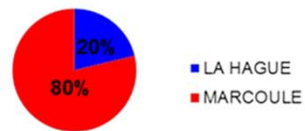
# Inventaire des colis de déchets – Quantités et localisations (PIGD VE fin 2016)



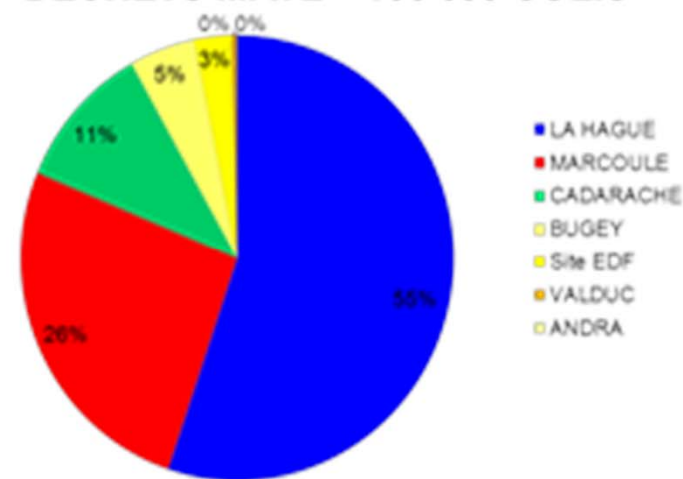
DECHETS HA Chauds  
- 51 811 COLIS



DECHETS HA0 -  
4085 COLIS



DECHETS MAVL - 166 699 COLIS



# Chroniques d'expéditions – Hypothèses du rapport Art. 54

## **PIGD VE (fin 2016) – Expéditions à partir de 2030**

Elaboration des chroniques d'expéditions par Orano, EDF et CEA en collaboration avec l'Andra, tenant compte :

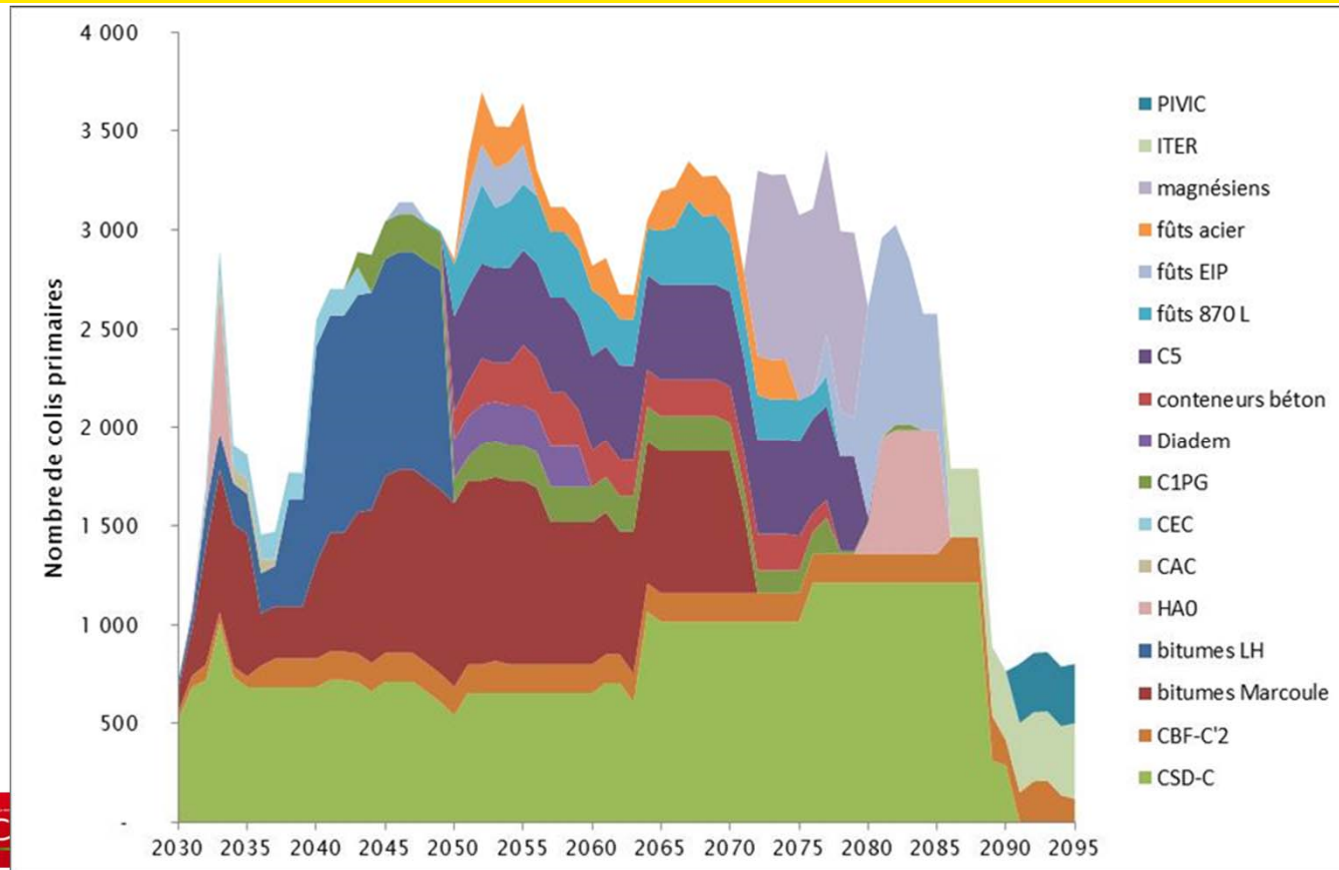
- Des capacités industrielles fournies par le projet CIGEO
- Des contraintes et des stratégies industrielles des producteurs
- D'itérations entre les producteurs et l'Andra visant à converger vers un optimum
  - Conception des installations de surface et de fond du stockage, et de l'exploitation de Cigéo
  - Intégration des contraintes spécifiques liées au transport sur et depuis les sites expéditeurs

## **Rapport Art. 54 (fin 2017) – Expédition à partir de 2031**

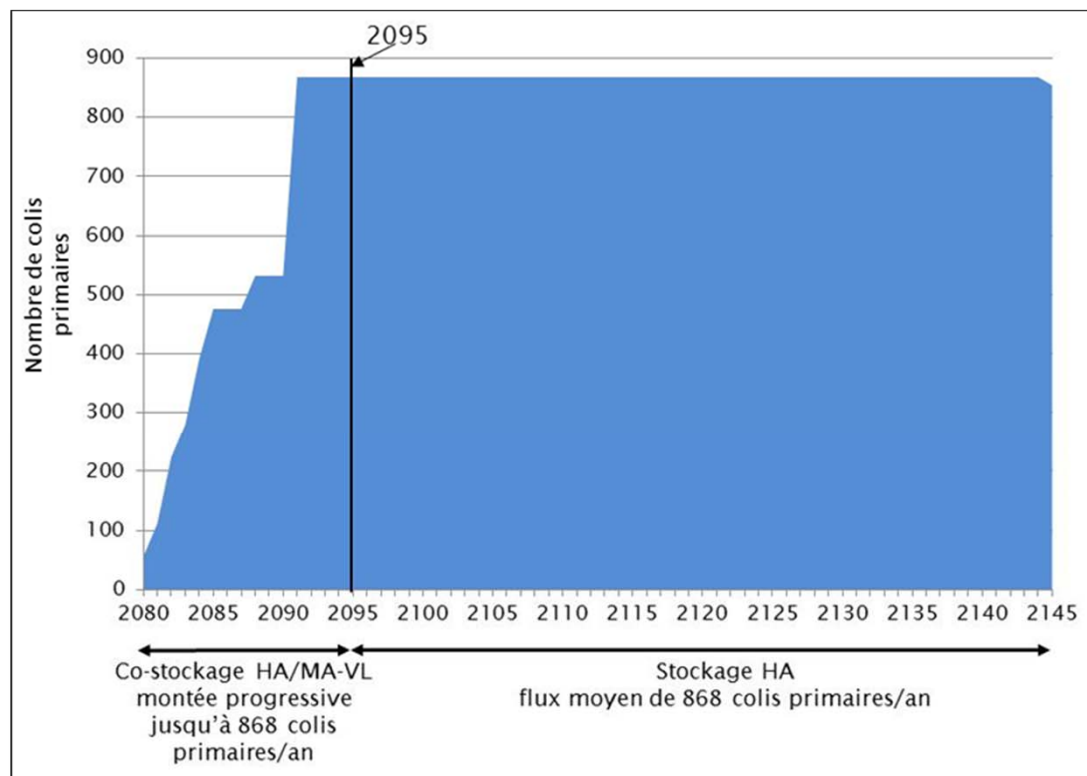
Décalage de 1 an par rapport au PIGD VE suite à l'annonce de l'Andra en juin 2017 du décalage de 1 an du planning directeur de Cigéo avec un dépôt de DAC en 2019



# Chroniques d'expéditions (PIGD VE) – Déchets MAVL et HA faiblement exothermiques



# Chroniques d'expéditions (PIGD VE) – Déchets HA fortement exothermiques



# Retour d'expérience industriel des Producteurs en matière de transport (1/2)

## Orano

- **Orano, intégrateur logisticien, a déjà conçu, fait agréer, fait fabriquer et utilisé des emballages de transports qui seraient dès à présent en capacité technique de transporter vers Cigéo des colis de type**
  - CSD-V (100% des 51 811 colis HA Chauds à partir de 2080)
  - CSD-U (20% des 4085 colis HA froids dès 2032)
  - CSD-B et CSD-C (32 % des 166 699 colis MAVL dès 2031)
- soit plus de 100 000 colis de déchets depuis le site de La Hague (72% des colis à expédier depuis ce site)
- **Orano a réalisé environ 10 000 transports de combustibles usés depuis la fin des années 1970. Ces transports utilisent les mêmes moyens logistiques (ensembles routiers, wagons, terminaux multimodaux, ateliers de maintenance et coordination logistiques) que ceux nécessaires pour les expéditions vers Cigéo**
- **Orano réalise annuellement en moyenne 3 000 transports pour les activités de l'amont du cycle, 3 000 transports pour l'aval du cycle, et supervise 4 000 transports relatifs aux activités industrielles de ses usines**



# Retour d'expérience industriel des Producteurs en matière de transport (2/2)

## EDF

- **Organise déjà avec ses partenaires industriels (dont les concepteurs et fabricants d'emballages et les prestataires de transport) les transports de ses déchets**
  - Pour les déchets vie courte à destination des filières de traitement et de stockage
  - Pour les déchets MAVL entre ses différents sites et ICEDA
- **Joue le rôle d'intégrateur logisticien pour réaliser ses transports**

## CEA

- **Organise déjà avec ses partenaires industriels le transport de déchets MAVL sur et entre ses sites et des déchets vie courte à destination des filières de traitement et de stockage**
- **Conçoit et fabrique des emballages de déchets HA-MAVL liquides et solides : par exemple pour les MI et HI conditionnés en fûts de 50 ou 60 litres**

# Etudes de transportabilité (1/2)

**En parallèle des diverses évolutions du PIGD, Orano, le CEA et EDF ont initié des études de transportabilité pour leur compte propre**

- **En fonction de la spécificité des déchets détenus sur leurs sites et des contraintes de désentreposage et d'expéditions des sites**
- **Dans l'objectif d'être en mesure d'expédier les colis dans le respect des PIGD**

**En collaboration avec l'Andra**

- **Prise en compte des contraintes d'exploitation du Cigéo**
  - Arrivée des colis par voie ferroviaire à l'exception des colis en provenance du centre CEA Valduc (voie routière)
- **Communication à l'Andra des caractéristiques connues des emballages envisagés**

**Avec une attention particulière portée aux colis à livrer en Phase Industrielle Pilote (PHIPII)**

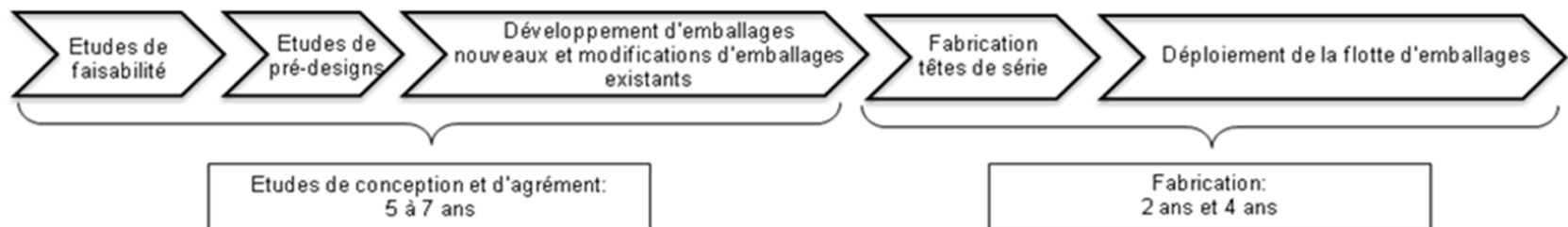
- **Expéditions de CSD-C, CBF-C'2, colis de coques et embouts cimentés depuis La Hague**
- **Suite à l'avis ASN sur le DOS de Cigéo, les fûts de bitumes depuis La Hague et depuis Marcoule ont été retirés de la PHIPII (post PIGD-VE)**



# Etudes de transportabilité (2/2)

## Planning type de développement et de déploiement des emballages de transport retenu sur la base du retour d'expérience de expéditeurs

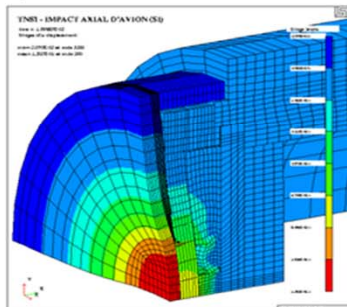
- Une dizaine d'années sont nécessaires entre le lancement des études de développement et la disponibilité des flottes d'emballages
- Cela situe vers 2020-2021 la date de démarrage des études de conception à proprement parler pour les colis de la PHIPIIL (vision 2017 pour des expéditions dès 2031)
- Les études de faisabilité et de pré-design actuellement menées par les détenteurs visent à se mettre en capacité de décider du lancement des études de conception à cet horizon



# 3 – Avancement des études de transportabilité Orano

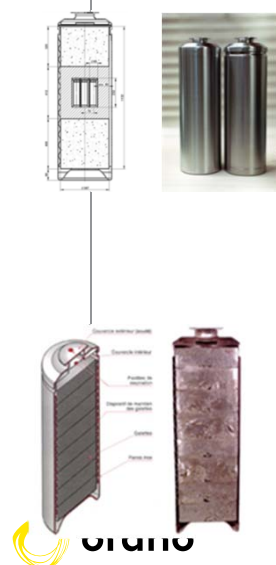
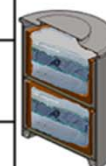
a- Etudes de conception

b- Etudes logistiques



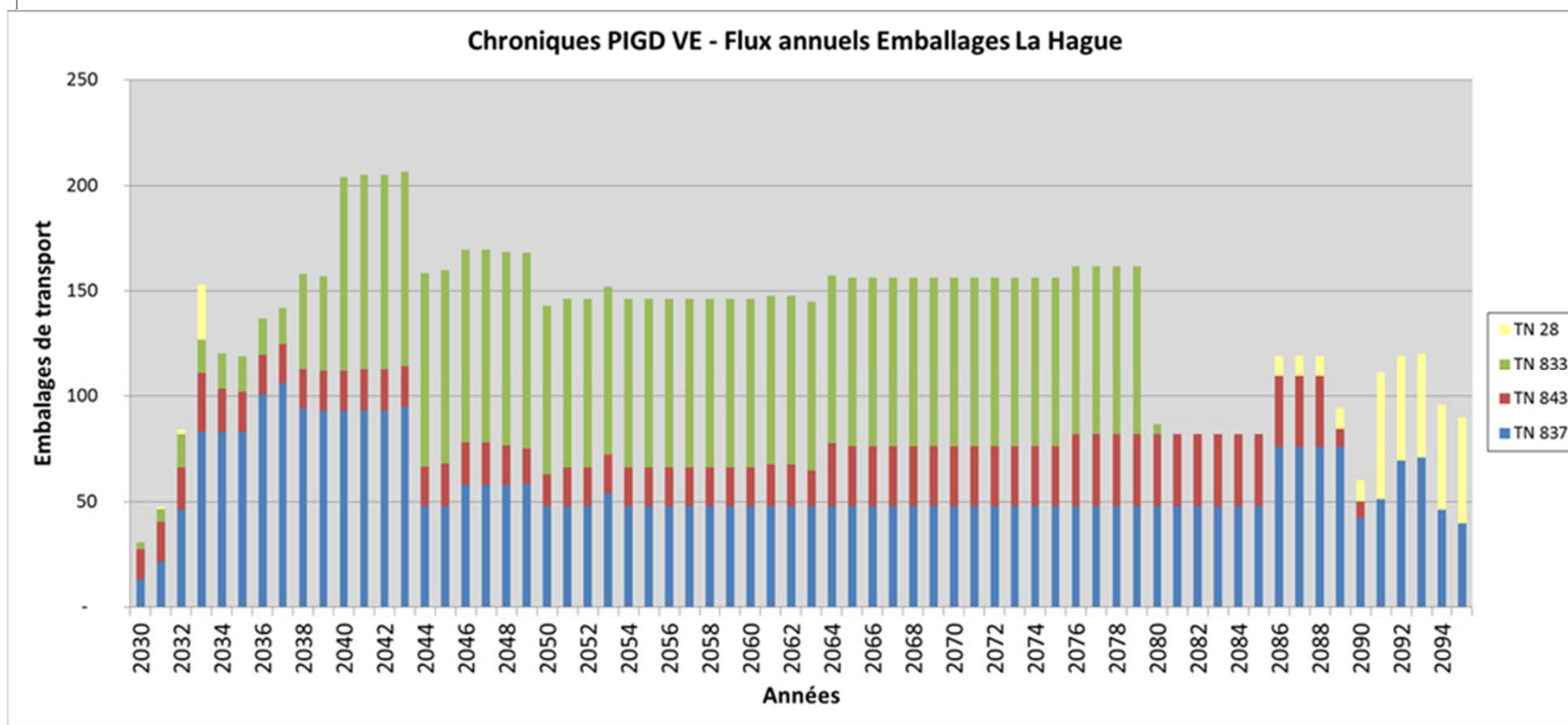
# Solutions de transports La Hague (PIGD VE)

Identifiant emballage de transport	Identifiant famille	Capacité d'emballage (nombre de colis primaires - CP - par emballage)	Atelier d'expédition
TN833	COG-020, 420 (Fûts de bitumes) <b>13 440 Colis</b>	12 CP	DE/EB
	COG-430 (Colis C5) <b>14 429 Colis</b>	6 CP	
TN28	COG-140, 150, 160, 200, 470, 475, 800, 810, 820, 830, 850, 870, 880, 890, 900 (Vitrifiés CSD-V, CSD-U, CSD-B, DTHA et CSD-TiSr) <b>54 314 Colis</b>	28 CP	DRV
Type TN28	COG-400 (Colis PIVIC) <b>1 500 Colis</b>	6 CP	DRV
TN837	COG-030, 040, 050, 440, 480, 500, 510 Colis Cimentés CBF'C'2, CAC, FCE, CFR HAO) <b>11 342 Colis</b>	3 CP	DE/EDS
TN843	COG-070, 100, 110, 120, 450, 460, 490, 530, 540, 550, 870 (CSD-C) <b>51 699 Colis</b>	36 CP	DE/EDS ou DRV
EMB8 (TN 28)	COG-560 (colis Phomix) <b>4 Colis</b>	1 CP	à l'étude





# Flux annuels d'emballages LHA (PIGD VE)



a

**Etudes de conception**



# Emballage TN 28VT

## CSD-U, CSD-TiSr, CSD-B, CSD-V, CSD-DT HA

### Description

- Equipé de 2 types de paniers à 5 ou 7 logements de capacité maximale respective à 20 et 28 canisters
- Masse maximale admissible est de 113 tonnes.

### Etat d'agrément

- Agréé pour le transport de CSD-V, CSD-B, CSD-C
- Nouvel emballage nécessaire à partir de 2040

### Flotte

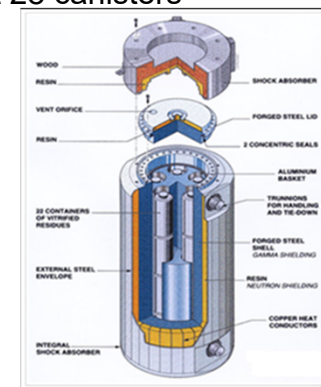
- < 5 emballages ; tête de série en 2029 (selon modélisation logistique Orano 2015)

### Exploitation

- Opérations d'exploitation maîtrisées à La Hague à l'atelier DRV

### Etudes de faisabilité et pré-design

- CSD-U PHIPIL : Faisabilité OK ; Pré-design en cours (mais pas de point dur)
- CSD-TiSr PHIPIL : Faisabilité OK ; Pré-design interrompu (Budget) pas de point dur
- CSD-B, CSD-V Post-2080 : Faisabilité : limite agrément, besoin nouvel emballage de même type
- CSD-DT HA Post-2080 : Concept de colis de déchets à consolider avant d'étudier les transports



# Emballage TN 843

## CSD-C

### Description

- Equipé de paniers de 9 logements de capacité maximale de 36 canisters
- Masse maximale admissible de 118 tonnes

### Etat d'agrément

- Agréé en juillet 2013 pour le transport de CSD-C produits selon 300 AQ 055
- En cours de fabrication

### Flotte

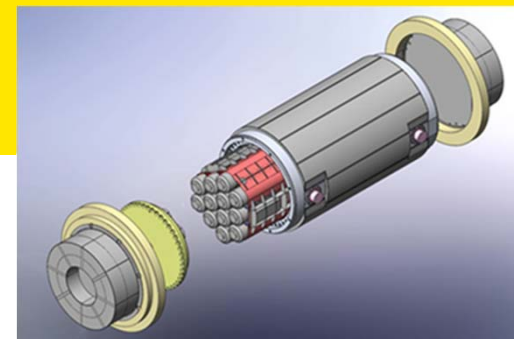
- 10 emballages en 2031 ; tête de série en 2026
- (selon modélisation logistique Orano 2015 à mettre à jour)

### Exploitation

- Etudes à l'atelier DRV de LHA pour les transports de CSD-C japonais
- Etudes à consolider pour l'atelier DE-EDS, dans lequel seront chargés les CSD-C pour Cigéo

### Etudes de faisabilité et pré-design

- **CSD-C PHIPIL** : Faisabilité OK ; Pré-design en cours : Optimisation de l'habillage de l'emballage pour s'affranchir de contraintes d'exploitation relatives à la masse



**CSD-C HAO PHIPIL** : Faisabilité OK ; Pré-design en cours : Radiolyse, criticité et thermique

Transports vers Cigéo – Art.54 PNGMDR

20

Orano DM2D

# Emballage TN 833

## Futs bitumes STE3 et STE2, C5, PIVIC

### Description

- Equipé de paniers de 6 fûts superposés pour une capacité maximale de 12 colis de déchets
- Masse maximale admissible de 38 tonnes

### Etat d'agrément

- En 2010 et 2011 une expertise de l'IRSN a eu lieu pour le modèle de colis TN833 chargé de fûts de bitume STE3, ainsi qu'un groupe permanent transport du 28 juin 2011
- Engagements pris par Orano TN avant un éventuel agrément

### Flotte

- Besoin de 10 emballages en 2030 et d'une tête de série en 2027 (modélisation logistique Orano 2015 **obsolète : plus de besoin < 2040**)

### Exploitation

- Etudes de chargement du TN 833 dans l'atelier DEEB initiées en 2008-2009 à relancer

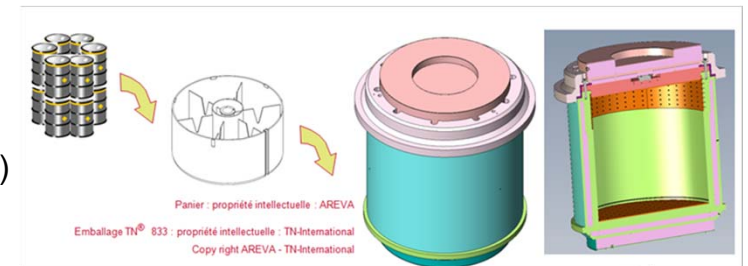
### Etudes de faisabilité et pré-design

- **Bitumes Post-2040** : Faisabilité OK ; Pré-design en cours : Radiolyse, mécanique, thermique



**OranoColis C5** : Abandon du colis, attente d'un nouveau concept de colis pour études de transport

- **Colis PIVIC Post-2090** : Faisabilité Inadéquation ; Etudes TN 28 ou équivalent à lancer



Transports vers Cigéo – Art.54 PNGMDR

# Emballage TN 837

## Colis Cimentés CBF-C'2, CAC, FCE, CFR HAO

### Description

- Equipé pour une capacité maximale de 3 colis CBF-C'2
- Masse maximale admissible est de 46 tonnes

### Etat d'agrément

- Etudes préliminaires jusqu'en 2010, mais pas de DOS

### Flotte

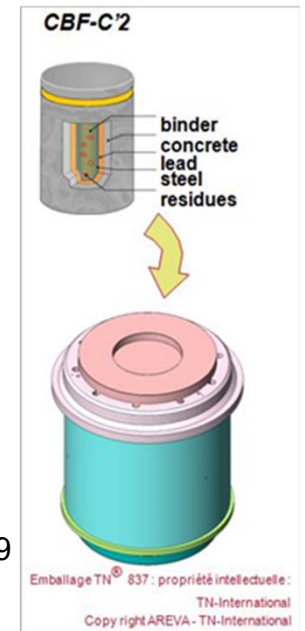
- Besoin à 10 emballages en 2031 et besoin d'une tête de série en 2025 (modélisation logistique Orano 2015. A réétudier // FCE et CRFR HAO)

### Exploitation

- Etude préliminaires de chargement de CBF-C'2 en TN 837 dans l'atelier DE/EDS initiées en 2009
- A relancer

### Etudes de faisabilité et pré-design

- **CBF-C'2** et **CAC PHIPIL** : Faisabilité OK ; Pré-design en cours : Radioprotection et criticité
- **FCE PHIPIL** : Faisabilité Inadéquation ; Etudes emballage alternatif en cours
- **CFR HAO Post-PHIPIL** : Faisabilité Inadéquation ; Etudes emballage alternatif en cours



ordno

FCE PHIPIL : Faisabilité Inadéquation ; Etudes emballage alternatif en cours

CFR HAO Post-PHIPIL : Faisabilité Inadéquation ; Etudes emballage alternatif en cours

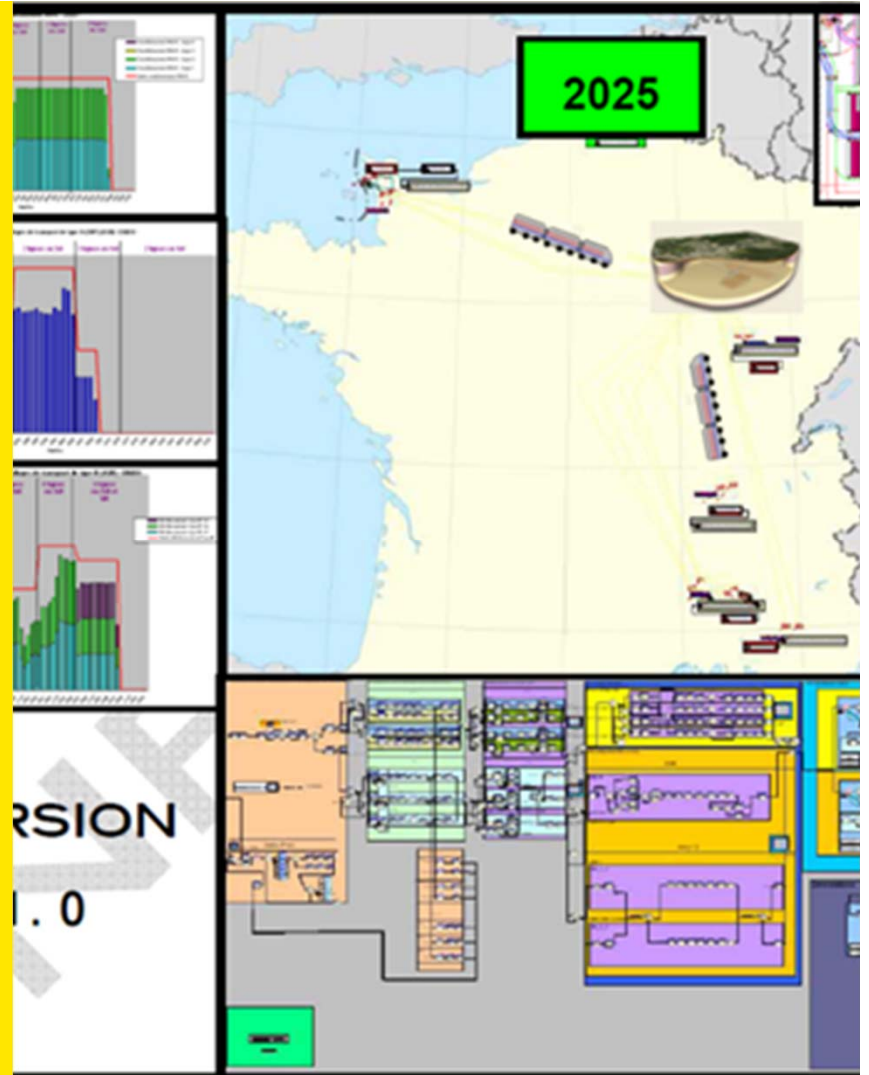
Transports vers Cigéo – Art.54 PNGMDR

Orano DM2D

22

b

# Etudes logistiques



# Etudes logistiques

**En 2015 Orano a développé un modèle intégrant les flux dans tous les ateliers de la chaîne logistique (depuis les entreposages jusqu'au Cigéo), qui a permis**

- De montrer que les chroniques du PIGD VD étaient absorbables par le Cigéo
- De montrer que moyennant des aménagements le site de LHA saurait respecter les chroniques du PIGD VD
- De participer au dimensionnement des flottes d'emballages et du Cigéo

**Orano envisage de procéder pour Cigéo conformément aux pratiques actuelles pour les retours des colis de déchets étrangers**

- Expéditions effectuées à partir du site de La Hague jusqu'au terminal ferroviaire de Valognes par route, puis par convois ferroviaires jusqu'à Cigéo
- Conditions d'exploitation des emballages habituelles

**Il n'est pas attendu de problème particulier pour respecter la PHIPIL**



# Conclusions – Enjeux Orano

**Orano a bâti un programme d'étude des transports vers Cigéo développant une approche intégrée des études de conception des emballages, de logistique globale et de supervision des transports**

- **Les études d'emballages préliminaires (2010-2011), les études de faisabilité (2015-2016) et les études de pré-design (2017-2018 à poursuivre) apportent des garanties de disponibilité des flottes pour une PHIPIL qui démarrerait dès 2031**
  - CSD-U d'ors et déjà transportables en TN 28 VT
  - CSD-C transportables en TN 843
  - Poursuite des études de pre-design pour le transports des fûts de bitume en TN 833
  - Poursuite des études de pre-design pour le transport de CBF-C'2 et recherche d'une solution alternative optimisée pour les autres colis cimentés
- **L'existence d'ateliers de d'expédition déjà exploités pour les retours de CSD-V, CSD-U, CSD-B et CSD-C et les études en cours pour les fûts de bitumes et déchets cimentés montrent que le site de La Hague sera en capacité d'expédier les flux du PIGD**
- **La modélisation intégrant l'ensemble des flux sera mise à jour afin**



De poursuivre le dimensionnement des moyens de transports en général  
De consolider la vision économique d'ensemble

# COLIS DE DÉCHETS EXPÉDIÉS DEPUIS LE SITE EDF

- **Déchets Activés de Démantèlement du parc de réacteurs de première génération et Déchets Activés d'Exploitation et de Démantèlement du parc REP actuel**
  - 3 familles de déchets: EDF-080, EDF-090 et EDF-100
  - Inventaire PIGD vE: 5 800 colis de déchets
  - Les colis de déchets seront produits à ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés, INB 173) par conditionnement des déchets dans des conteneurs en béton de type C1PG après blocage des déchets.
  - Premières expéditions prévues dans les chroniques PIGD vE + 1 an dès 2044
  
- **Déchets divers EDF**
  - 3 familles de déchets: EDF-110, EDF-120, EDF-250
  - Inventaire PIGD vE: 35 colis de déchets au total
  - Expéditions prévues dans les chroniques PIGD vE + 1 an à partir de 2057

# AVANCEMENT DES ÉTUDES DE TRANSPORTABILITÉ DES DÉCHETS EXPÉDIÉS DEPUIS LE SITE EDF

## ▪ EDF-080, EDF-090, EDF-100

- EDF a initié des études de faisabilité et de pré-design de transport des colis de déchets type C1PG
  - En 2018, des études de pré-design d'emballage de transport des C1PG vers Cigéo ont convergé vers une solution de référence pour le transport de ces colis de déchets cimentés.
  - Les études de conception à proprement parler seront lancées une dizaine d'années avant la date de première expédition, selon le planning type détaillé précédemment.

## ▪ Déchets divers

- Les études de conception d'emballage de transport pour la solution de conditionnement retenue pour ces déchets seront lancées de sorte à disposer d'emballages de transport agréés et opérationnels dans des délais compatibles avec l'ordonnancement des livraisons.

# SCÉNARIO D'EXPÉDITION DES DÉCHETS DEPUIS LE SITE EDF

- EDF disposera de l'installation ICEDA pour le conditionnement de déchets destinés à Cigéo, actuellement en cours de construction sur le site de Bugey.
- Le transport par voie ferroviaire est privilégié à ce stade pour les expéditions depuis ICEDA:
  - L'installation sera embranchée sur le réseau ferroviaire;
  - Les dimensions prévisionnelles importantes des emballages de transport et les flux associés risquent de ne pas être compatibles avec un transport routier conventionnel.
- Une réservation a été prévue à ICEDA pour un atelier de chargement des C1PG dans leur emballage de transport.
- Toutefois, étant donné la date envisagée pour les premières expéditions dans la chronique PIGD vE + 1 an, la conception et la réalisation de cet atelier spécifique ont été différées afin qu'elles soient adaptées le moment venu aux emballages de transports.
- Des études logistiques vont être initiées sur la base des emballages de transport identifiés par EDF.
- Elle permettront de dimensionner au mieux les moyens de transports nécessaires.

### ► Colis CEA à transporter vers Cigéo :

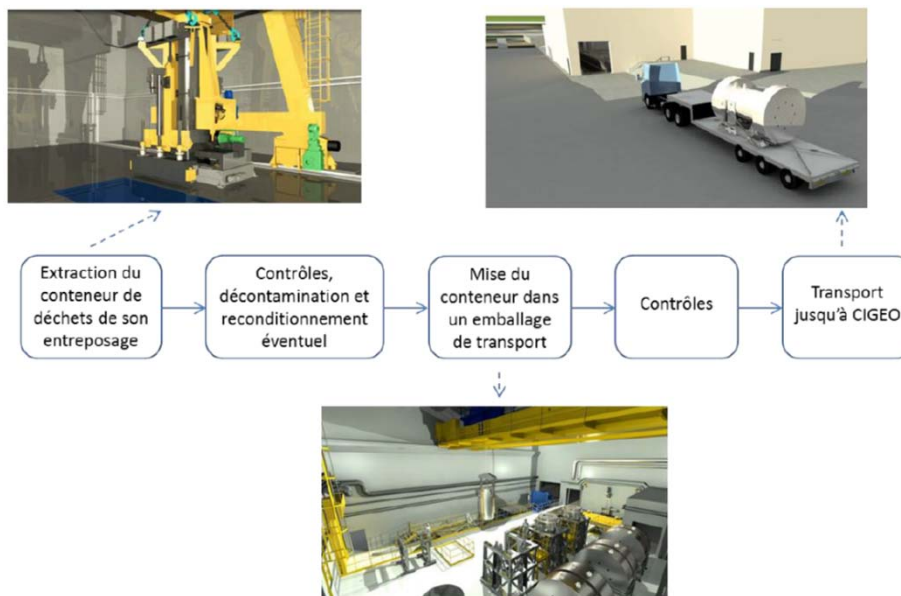
- Environ 3 250 colis de déchets HA faiblement exothermiques (HA0) depuis le centre CEA de Marcoule à partir de 2081
- Environ 66 700 colis de déchets MAVL : les deux-tiers depuis le centre de Marcoule, un tiers depuis le centre de Cadarache, et quelques colis de déchets entreposés sur le centre de Valduc
- Les transports depuis Cadarache sont planifiés à partir de 2051, et ceux depuis Marcoule à l'horizon 2045 suite au report des expéditions des bitumes.

### ► Méthodologie d'élaboration des scénarios de transport :

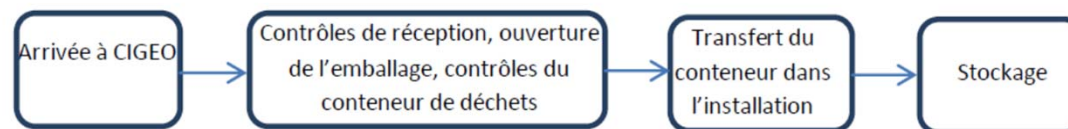
- Création, depuis 2013, d'un projet pour étudier la transportabilités des colis de déchets CEA vers Cigéo
- Tous les modes de transports au départ des centres ont été envisagés par le CEA pour élaborer ses scénarios (route, fer, voie navigable, transports multimodaux) à l'exception du mode aérien (rédhibitoire vis à vis : des masses, des flux et des modèles de transport)
- Une analyse des coûts, une analyse de risques et des études de flux ont permis d'affiner ces scénarios
- Les scénarios envisagés impliquent :
  - l'adaptation des installations de départ actuellement sous dimensionnées ou la création d'installations de transfert,
  - la création de plateformes d'expédition,
  - la création ou l'adaptation de terminaux ferroviaires ou fluviaux.

## Article 54 PNGMDR 2016-2018 - Transport des colis de déchets HA-MAVL depuis les sites CEA vers Cigéo

- Les expéditions de déchets se feront selon le principe décrit dans le schéma suivant :



A l'arrivée à Cigéo, la prise en charge se fera selon le même principe, mais en sens inverse



**► Méthodologie de choix des emballages de référence :**

- Basée sur des inventaires emballages systématiques, une consultation des concepteurs français et étrangers et des études visant à améliorer les performances sûreté des emballages (radioprotection, thermique, criticité et relâchement)
- Afin de définir les spécifications d'utilisation d'emballage enveloppes à prendre en compte pour le dimensionnement des infrastructures de transport et le choix des scénarios de transport.

**Le CEA dispose ainsi à ce jour d'un premier panorama du parc d'emballages nécessaire au respect des cadences du PIGD indice E.**

**Les concepts d'emballages les plus récents et les plus pérennes vis-à-vis des autorités ont été retenus en référence technique.**

**Ensuite, les caractéristiques des emballages retenus en référence technique et les contraintes d'exploitation associées servent de données d'entrée pour le dimensionnement des infrastructures de transport étudiées par le CEA.**



- ▶ Pas de difficultés particulières identifiées concernant la mise à disposition d'emballages de transport adaptés compte tenu des délais de conception/fabrication d'un emballage de transport (7 ans pour un exemplaire, 10 ans pour plusieurs).
- ▶ Compte tenu de la date prévisionnelle de mise en service actif de Cigéo de 2031, de l'avancement de nos études de transportabilité, le CEA estime qu'il disposera des flottes d'emballages et des moyens de transport nécessaires, en particulier pour les premiers colis de déchets qui devront être expédiés

# Conclusion

Orano, EDF, et le CEA considèrent que le retour d'expérience dont ils disposent, en lien avec leurs partenaires habituels, démontre une maîtrise technique du transport de tous les types de colis de déchets qui sont destinés à Cigéo

Aussi, pour une mise en service actif de Cigéo à partir de 2031 (PIGD VE + un an) , les exploitants estiment qu'ils disposeront des flottes d'emballages et des moyens de transport nécessaires, en particulier pour les colis à expédier en PHIPIL

Des discussions entre exploitants ont lieu en vue d'évaluer les possibilités d'optimisation et de mutualisation

Le choix définitif des scénarios de transport de référence au départ des sites n'interviendra qu'après

- le résultat des dernières études de faisabilité complémentaires en cours
- le remontage global des coûts
- la décision d'engager ou non les investissements pour les phases de conception et de réalisation des infrastructures et des emballages, en lien avec le planning directeur de Cigéo