

<p>Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016 – 2018</p> <p>Colis de déchets radioactifs MAVL destinés au Cigéo</p> <p>Etat d'avancement des études de transportabilité des fûts de bitume depuis le site de La Hague</p>	Date :			
		La Défense, le 25 juin 2018		
	Nom	Dpt.	Visa	
	Approbateur :			
	Jean-Michel ROMARY	DM2D	ROMARY Jean- Michel <small>Signature numérique de ROMARY Jean-Michel DN : o=AREVA GROUP, 2.5.4.45=1701BDC115586F 7B7A7EEA, cn=ROMARY Jean-Michel Date : 2018.06.29 19:03:46 +02'00'</small>	
Vérificateurs :				
	Laurent MILET	Orano TN	MILET Laurent <small>Signature numérique de MILET Laurent DN : cn=MILET Laurent, o=ORANO TN, ou=Sièreté, email=laurent.milet@orano.gr oup, c=FR Date : 2018.06.27 15:58:24 +02'00'</small>	
	Christine LAMOUROUX	DM2D	Christine LAMOUROUX <small>Signature numérique de Christine LAMOUROUX DN : cn=Christine LAMOUROUX, o, ou, email=christine.lamouroux@areva. com, c=FR Date : 2018.06.29 18:00:28 +02'00'</small>	
Rédacteurs :				
	Laurent GAGNER	DM2D	GAGNER Laurent <small>Signature numérique de GAGNER Laurent DN : o=AREVA GROUP, 2.5.4.45=11E67AC10948C32 60E7EAF, cn=GAGNER Laurent Date : 2018.06.27 13:41:33 +02'00'</small>	

Diffusion

Confidentielle	Document à usage exclusif des destinataires
Limitée	Diffusion limitée à
Normale	✓ Diffusion aux destinataires et au sein d'Orano Cycle sans autorisation préalable de l'émetteur

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 orano Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 2/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

GLOSSAIRE

Etudes de faisabilité emballages : Etudes consistant à vérifier l'adéquation technique d'un emballage de transport (existant, en cours de conception ou restant à développer), notamment en termes de géométrie et de masse, avec un contenu à transporter défini par un ou plusieurs individus d'une famille donnée de colis de déchets. A l'issue des études de faisabilité une première estimation de la capacité de l'emballage en nombre de conteneurs primaires est fournie. Elles visent en outre à identifier les problématiques techniques, liées aux fonctions de sûreté notamment, qui nécessitent d'être instruites et étudiées dans les phases ultérieures.

Etudes de pré-design emballages : Etudes consistant à instruire les problématiques techniques identifiées lors des études de faisabilité. Elles fournissent des premières garanties sur la sûreté des modèles de colis de transport (emballages chargés) envisagés avant instruction par les autorités de sûreté et leurs appuis techniques. Ces études permettent de consolider ou de définir les caractéristiques géométriques et massiques ainsi que la capacité de transport de l'emballage adapté à un type de contenu donné (colis de déchets) permettant le maintien des fonctions de sûreté dans les différentes conditions de transports à partir d'une analyse préliminaire de sûreté. A l'issue de la phase de pré-design, on dispose d'un niveau d'étude suffisant pour établir un Dossier d'Options de Sûreté et donc de décider du lancement des études de conception à proprement parler.

Conception : La conception d'un emballage de transport repose sur une démonstration de sûreté complète et exhaustive (calculs, simulations et essais de chutes sur maquette) justifiant le respect des critères réglementaires de transportabilité en fonction des conditions d'utilisation du modèle de colis de transport (emballage + colis de déchets). Cette démonstration de sûreté est exigée pour tous les types de colis de transport et fait l'objet d'une demande d'autorisation pour les colis de type B et/ou fissile. Elle inclut la rédaction du DOS, du rapport de sûreté et les échanges avec l'ASN. A l'issue des études de conception l'agrément du modèle de colis de transport est disponible. La fabrication du modèle d'emballage est initiée lorsque les principes de sûreté sont validés par l'autorité compétente si nécessaire.

Expéditeur : La fonction d'expéditeur est assurée par l'entreprise qui expédie pour elle-même ou pour un tiers, des marchandises dangereuses, conformément à la réglementation des transports de marchandises dangereuses.

Transport : Pour les matières radioactives, conformément à la réglementation des transports de marchandises dangereuses, le transport comprend toutes les opérations et conditions associées au mouvement des matières radioactives, telles que la conception des emballages, leur fabrication, leur entretien et leur réparation, et la préparation, l'envoi, le chargement, l'acheminement, y compris l'entreposage en transit, le déchargement et la réception au lieu de destination final des chargements de matières radioactives et de colis. Ainsi le transport comprend toutes les opérations de mise en emballage jusqu'au déchargement de la matière sur le site d'arrivée.

Etudes de transportabilité : Toutes les études permettant d'évaluer la faisabilité technico-économique des scénarios envisagés pour le transport d'un contenu d'un point A à un point B, et dont le niveau de détails évolue au cours du temps.

Code Orano: DM2D NT 2018-052	
Révision : 0	PAGE 3/31
Référence interne :	
Diffusion Normale	



**Direction Maîtrise d'ouvrage
Démantèlement et Déchets
NOTE TECHNIQUE**



orano

**PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME
DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE**

TABLE DES MATIERES

1	CONTEXTE	4
2	REFERENCES	4
3	OBJECTIFS ET DOMAINE D'APPLICATION	4
3.1	Familles de colis de déchets concernés	4
3.2	Site expéditeur	5
4	LES BESOINS D'EXPEDITIONS	6
4.1	Répartition des besoins d'expéditions sur le territoire national	6
4.2	Chroniques d'expéditions des colis de déchets	7
4.3	Solutions et capacités de transports	8
5	PROGRAMME D'ETUDES ORANO DES TRANSPORTS VERS LE CIGEO	10
5.1	Programme et planning des études des transports	10
5.2	Etudes de logistiques	12
5.3	Etudes de conception des emballages de transport	16
6	ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUMES	18
6.1	Présentation du modèle de colis TN® 833 issu des études jusqu'en 2011	18
6.2	Etudes de faisabilité pour le transport des fûts de bitume en TN® 833 depuis le site de la Hague	22
6.3	Etudes de pré-design pour le transport des fûts de bitume en TN® 833 depuis le site de La Hague	25
6.4	Etudes de mutualisation et d'optimisation pour le transport de tous les fûts de bitumes depuis les sites Orano de La Hague et CEA de Marcoule	29
7	CONCLUSIONS	31

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 4/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

1 CONTEXTE

Pour la période 2016-2018, l'arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets, demande à son article 47 :

« Pour le 30 juin 2018, le CEA et Areva remettent au ministre chargé de l'énergie, de la sûreté nucléaire et au ministre de la défense pour la partie CEA un rapport d'étude sur les modalités de transport des colis de déchets bitumés.

L'ASN et l'ASND sont saisies pour avis sur ce rapport.».

Le présent rapport constitue la réponse d'Orano (Anciennement Areva) à la demande.

2 REFERENCES

- [1] Programme Industriel de Gestion des Déchets – Projet Cigéo – Indice E – Novembre 2016 – AREVA, CEA, EDF - Andra
- [2] Transport des colis de déchets HA-MAVL pour l'expédition vers le centre de stockage géologique – PNGMDR 2016 – 2018 – 30 juin 2015 – AREVA DMDR 2015/0055
- [3] Transport des colis de déchets HA-MAVL depuis les sites expéditeurs vers Cigéo – PNGMDR 2016 – 2018 – Décembre 2017 – Orano, CEA, EDF

3 OBJECTIFS ET DOMAINE D'APPLICATION

L'objectif du présent document est de présenter un état d'avancement des études de transportabilité des fûts de bitumes produits et à produire sur le site Orano de La Hague, vers le stockage Cigéo de l'Andra.

Ces études s'inscrivent dans un planning plus général de développement pour les transports depuis le site de La Hague vers le Cigéo. A ce stade, la décision de ne pas livrer au Cigéo de colis de bitumes avant 2040, prise par les producteurs et l'Andra suite aux positionnements et demandent de l'ASN et de l'IRSN, n'a pas encore été prise en compte dans ce planning de développement, ce qui le rend enveloppe.

3.1 Familles de colis de déchets concernés

D'une manière générale, la nomenclature (code COG-xxx et intitulé) des familles de colis de déchets produits et à produire sur le site de La Hague a été définie dans le Programme Industriel de Gestion des Déchets (PIGD VE) [1], établi conjointement avec l'Andra et les autres producteurs de déchets CEA et EDF. C'est cette nomenclature qui est utilisée dans le présent document.

Les familles de déchets concernés par le présent rapport sont les suivantes :

Catégorie	Identifiant de la famille de colis (PIGD VE)	Intitulé de la famille de colis (PIGD VE)	Conteneur primaire	Nombre de colis (PIGD VE)	Famille inventaire national IN 2018
MAVL	COG-020	Fûts bitumes STE3 produits suivant la spécification 300 AQ 027	Fût acier	13 100	F2.3.04
MAVL	COG-420	Fûts enrobés bitumineux STE2 (reprise partielle silo 550-14)	Fût acier	340	F2.3.05

Il s'agit des colis déjà produits et à produire.

3.2 Site expéditeur

Orano, EDF et le CEA sont tous les trois producteurs, au sens de la loi, de fûts de bitumes. Ces fûts sont détenus sur deux sites : le site CEA de Marcoule et le site Orano de LHA.

Le présent rapport concerne le site de La Hague. L'arrêté du 23 février 2017 demande un rapport d'étude au CEA pour le site de Marcoule.

4 LES BESOINS D'EXPEDITIONS

4.1 Répartition des besoins d'expéditions sur le territoire national

Selon le PIGD VE [1], 51 814 colis de déchets HA fortement exothermiques, 4 085 colis de déchets HA faiblement exothermiques (HA0), et 166 699 colis de déchets MAVL devront être expédiés vers Cigéo. Comme le montre la figure 1 ci-dessous, le site Orano de la Hague devra assurer l'expédition de :

- 100% des colis de déchets HA chauds vitrifiés, soit 51 814 colis,
- 80% des colis de déchets HA0, soit 800 colis
- 56% des colis de déchets MAVL, soit 94 099 colis.

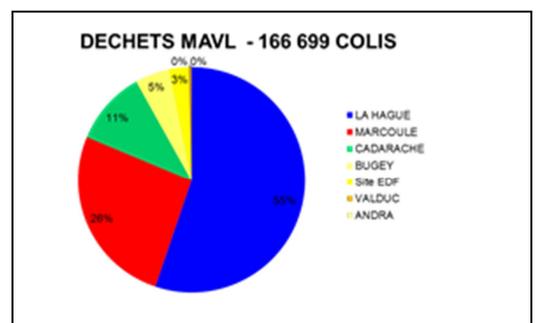
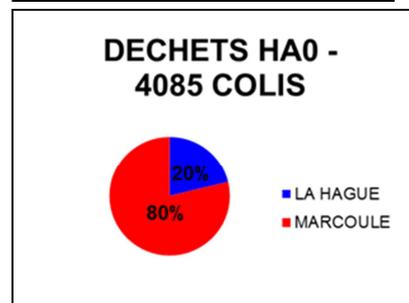
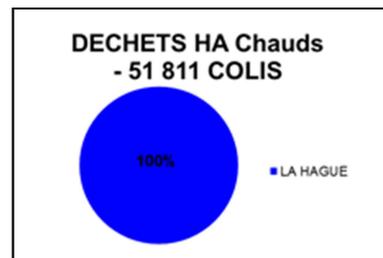


Figure 1 : Répartition géographique des colis de déchets à transporter vers centre de stockage Cigéo – Selon les inventaires du PIGD VE [1].



Les fûts de bitumes représentent 13 440 des 94 099 colis de déchets MAVL à expédier depuis le site de La Hague. Au total, c'est près de 70% des colis à livrer au Cigéo qui seront expédiés par le site de La Hague.

Cette importante localisation du besoin industriel, ainsi que le savoir-faire d'Orano en matière de transport et d'intégration logistique complète, expliquent qu'Orano se soit intéressé au sujet très en amont.

4.2 Chroniques d'expéditions des colis de déchets

Comme mentionné dans [2] et dans [3], le planning de livraison des colis à Cigéo a été élaboré par les producteurs de déchets, dans le PIGD VE [1], en tenant compte :

- des capacités industrielles du stockage Cigéo, annoncées par l'Andra ;
- de certaines contraintes et des stratégies industrielles des producteurs ;
- d'itérations entre les producteurs et l'Andra, visant à converger vers un optimum,
- des avis des évaluateurs.

Ces chroniques prévisionnelles d'expédition ont été étudiées, définies et exprimées en colis primaires ainsi qu'en colis de stockage Andra. L'objectif recherché a été d'optimiser la conception des installations de surface et de fond du stockage, ainsi que l'exploitation de Cigéo. Les contraintes liées au transport sur et depuis les sites expéditeurs ont été intégrées, à la mesure de la maturité des études correspondantes. La figure ci-dessous représente la chronique prévisionnelle de livraison des colis primaires MAVL du PIGD indice E.

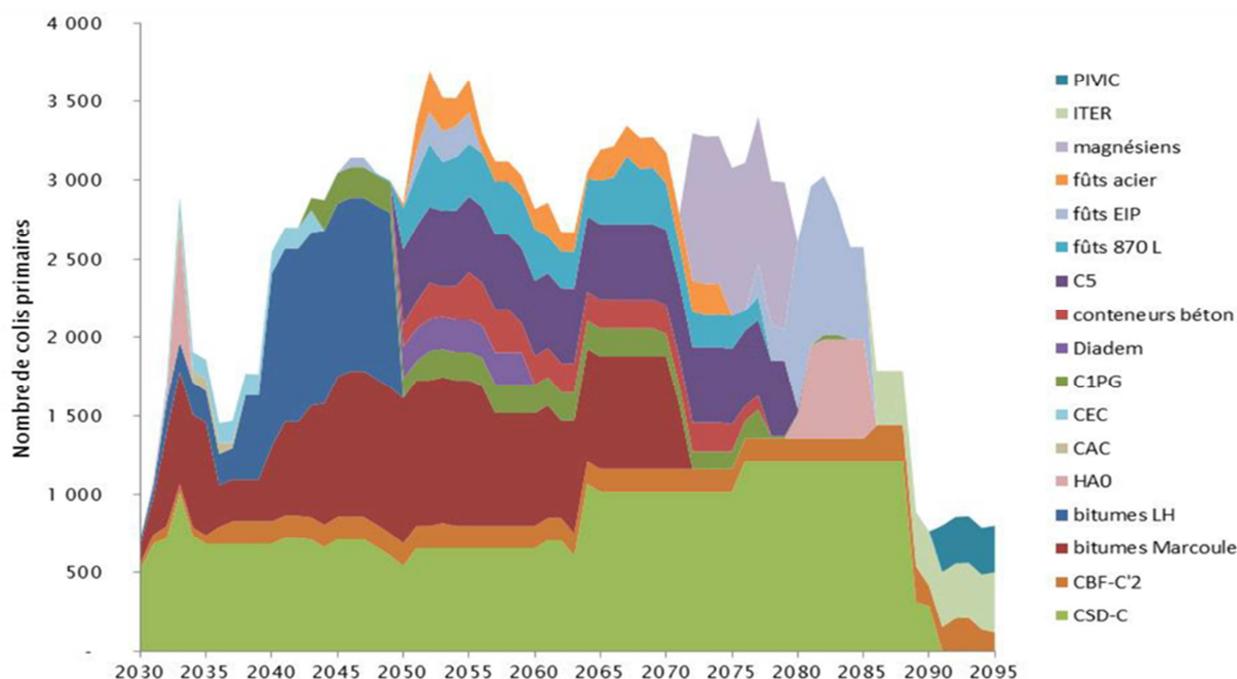


Figure 2: Chronique prévisionnelle de livraison des colis de déchets MAVL et HA moyennement exothermiques vers le centre de stockage Cigéo – PIGD VE

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 8/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

Depuis la publication du PIGD VE, deux faits majeurs ont impacté cette chronique prévisionnelle :

- l'Andra a annoncé en juin 2017 un décalage global d'un an du planning directeur du projet Cigéo avec un dépôt de la DAC en 2019, et en conséquence un décalage de réception des colis de déchets actifs de un an ;
 - o il convient donc de considérer que les chroniques prévisionnelles d'expédition sont translatées d'un an, et la livraison des premiers colis fixée à 2031 ;
- dans le contexte des positionnements et demandes de l'ASN et de l'IRSN relatifs à l'acceptabilité des colis de bitume au Cigéo tel que conçu, il a été décidé par l'Andra et les producteurs d'étudier la réception des colis de bitumes après la phase industrielle pilote. La date de 2040 a été proposée ;
 - o la position d'Orano sur ce sujet est d'apporter tous les éléments possibles, relativement à la transportabilité des colis de bitumes, pour la DAC du Cigéo afin que ces éléments soient aussi pris en compte dans la décision de gestion de ces colis ;
 - o on peut donc considérer, à ce stade, que ce fait majeur apporte des marges au planning des études de transport présenté au paragraphe 5, et basé sur la chronique du PIGD VE translatée de un an de manière homogène pour tous les colis. Lorsque le besoin industriel aura été mis à jour, et en particulier l'éventuelle évolution des flux annuels d'emballages à garantir partagé, le planning des études de transport d'Orano sera mis à jour.

4.3 Solutions et capacités de transports

Pour chacun des colis de déchets à transporter, Orano a envisagé un emballage de transport. Le tableau ci-dessous, extrait du PIGD VE [1], présente les emballages envisagés et leurs capacités de transports, pour le site Orano de La Hague.

Identifiant emballage de transport	Identifiant famille (type de colis de déchets)	Capacité d'emballage (nombre de colis primaires - CP - par emballage)	Atelier d'expédition
TN 833	COG-020, 420 (Fûts de bitumes)	12 CP	DE/EB
	COG-430 (Colis C5)	6 CP	
TN 28 VT	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)	28 CP	DRV
TN 28 VT	COG-400 (Colis PIVIC)	6 CP	DRV



**Direction Maîtrise d'ouvrage
Démantèlement et Déchets
NOTE TECHNIQUE**



orano

**PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME
DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE**

TN 837	COG-030, 040, 050, 440, 480, 500, 510 Colis Cimentés CBF'C'2, CAC, FCE, CFR HAO)	3 CP	DE/EDS
TN 843	COG-070, 100, 110, 120, 450, 460, 490, 530, 540, 550, 870 (CSD-C)	36 CP	DE/EDS ou DRV
EMB8 (TN 28 VT)	COG-560 (Colis Phomix)	1 CP	à l'étude

Tableau 1 : Emballages, capacités de transport, et ateliers d'expéditions envisagés pour le transport des colis de déchets depuis le site Orano de LHA – PIGD VE [1].

Avec les solutions et capacités de transport du tableau 1, les besoins d'expéditions, exprimés en nombre de colis primaires sur la figure 2 ; sont présentés sur la figure 3 en flux annuels d'emballages à expédier, depuis le site de La Hague. Ces flux correspondent donc au PIGD VE et n'intègrent pas les deux décalages évoqués plus haut.

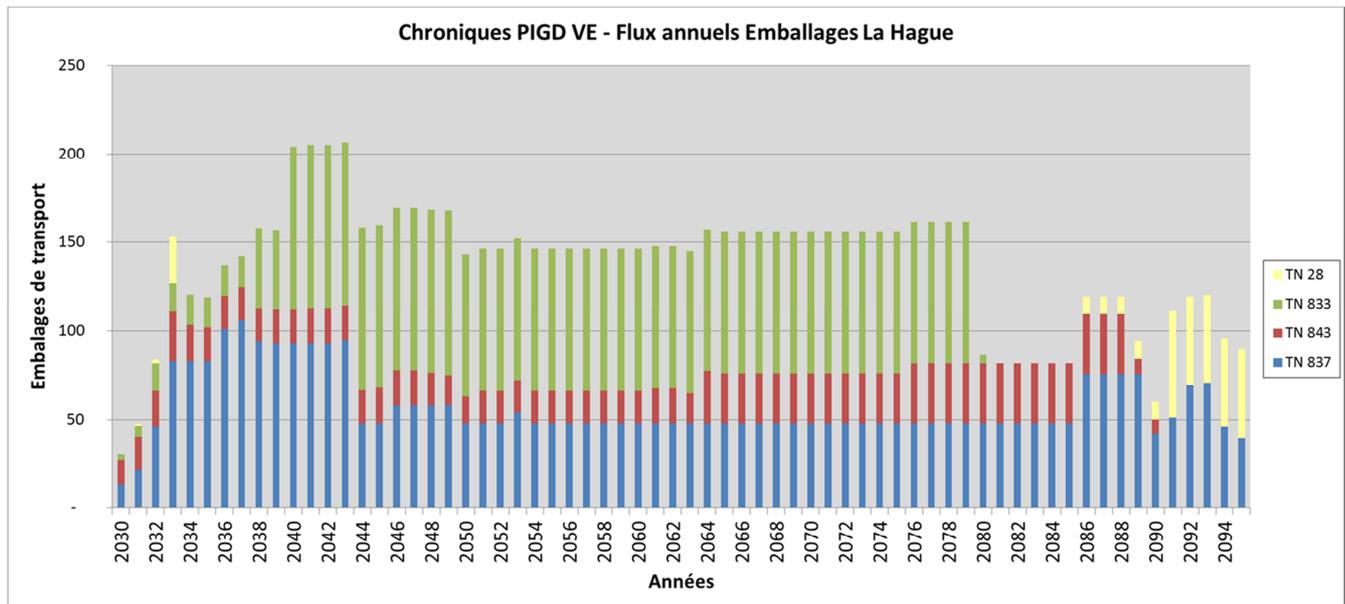


Figure 3 : Flux annuels d'emballages nécessaires pour garantir le respect de la chronique de livraison du PIGD VE.

Pour une hypothèse de transport avec un emballage de type TN® 833, avec une capacité de 12 fûts par emballage, les flux d'emballages de fûts de bitumes sont représentés en vert.

Cette figure a pour simple objectif d'illustrer les besoins de transport, étant entendu que les transports de fûts de bitume ne débuteraient pas avant 2040, comme mentionné au paragraphe 4.2.

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 orano Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 10/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

5 PROGRAMME D'ETUDES ORANO DES TRANSPORTS VERS LE CIGEO

5.1 Programme et planning des études des transports

Orano a développé un programme d'études des transports vers le stockage Cigéo. Ce programme est constitué des éléments suivants :

- Etudes de conception et de fabrication des emballages de transport, comprenant :
 - o les études de faisabilité des emballages ;
 - o les études de pre-design des emballages ;
 - o les études de conception jusqu'à l'obtention des agréments de transport ;
 - o les études de fabrication et de déploiement des flottes nécessaires ;
- Etudes de logistique des transports, comprenant :
 - o les études de dimensionnement des flottes, des flux et des moyens de transport ;
 - o les scénarios de sortie de site et les études des routes ;
 - o les études de conception, de fabrication et d'homologation des moyens de transports ;
 - o les essais et la préparation des transports ;
 - o les études de coûts associés ;
- La supervision des transports, comprenant :
 - o Le suivi en temps réel des transports ;
 - o La gestion des risques et la gestion de crise.

A titre illustratif, et pour montrer l'articulation envisagée pour les différentes études, la figure 4 ci-dessous présente le planning (vision mi-2017) des études de transports d'Orano vers le stockage Cigéo, en déclinaison du PIGD VE (avec en outre le décalage de l'ouverture du stockage à 2031) c'est-à-dire sans décalage des expéditions des colis de bitumes. Ce décalage apporterait des marges supplémentaires à ce planning, comme évoqué plus haut, à la fois en calendrier et en besoin de flotte.

Ce programme Orano a été partagé avec le CEA et EDF en 2016 et 2017, en vue notamment de leur proposer d'étudier des mutualisations envisageables pour les colis de bitume.



**Direction Maîtrise d'ouvrage
Démantèlement et Déchets
NOTE TECHNIQUE**



orano

PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE

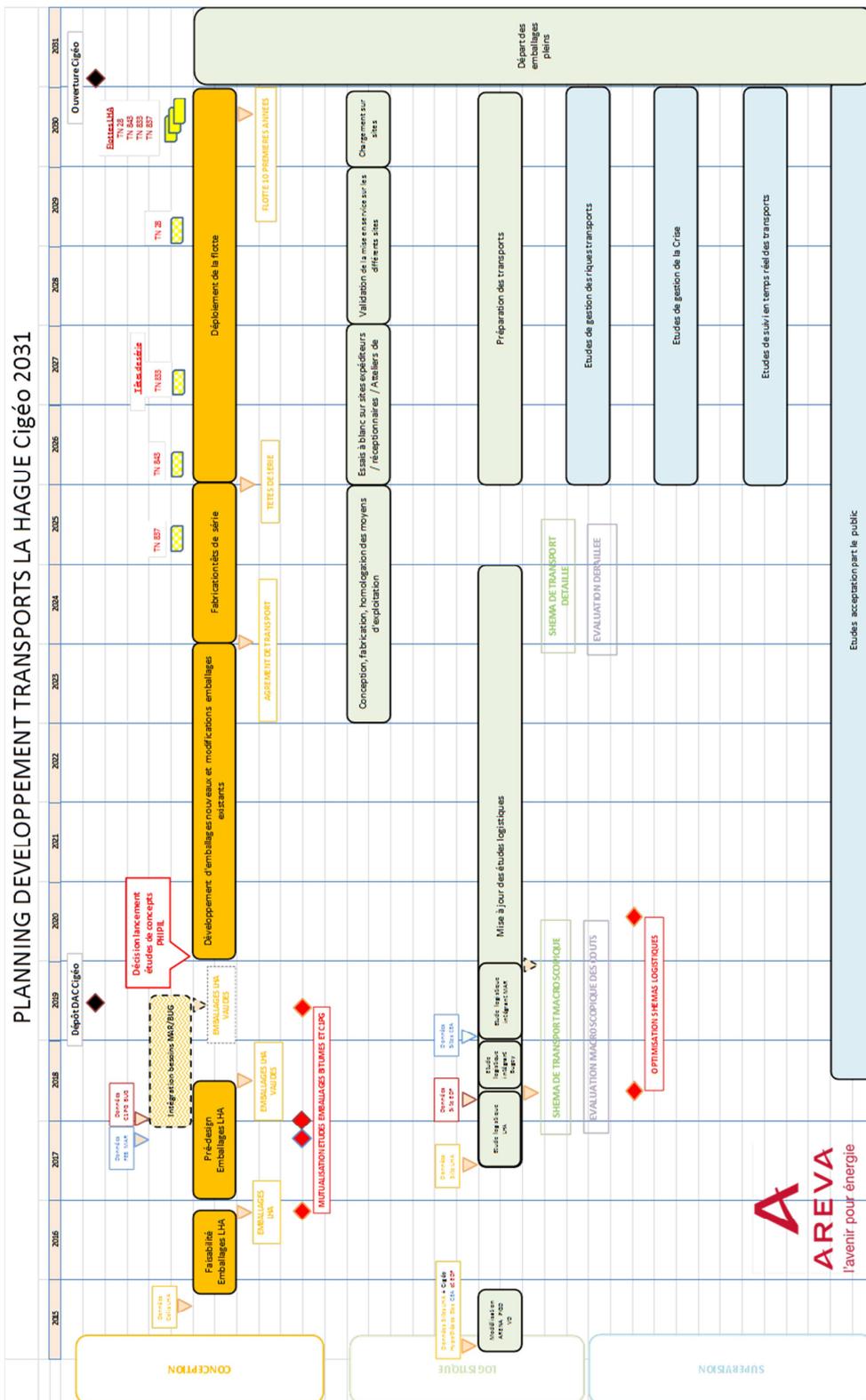


Figure 4 : Planning de développement pour les transports depuis le site de La Hague vers le stockage Cigéo (Vision mi-2017)

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 12/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

5.2 Etudes de logistiques

Comme évoqué dans [3], et comme montré sur la figure 4 ci-dessus, Orano a réalisé en 2015 une étude de modélisation des flux logistiques depuis la position des colis de déchets primaires en entreposage sur le site de La Hague, jusqu'à leur position en stockage au Cigéo. Cette modélisation a été réalisée au moyen d'un logiciel de modélisation de flux. Elle intégrait les sites CEA et EDF avec des hypothèses d'exploitation génériques issues du REX du site de La Hague, dans le but d'obtenir une vision globale intégrée.

Ces études étaient basées sur la conception de Cigéo en 2015 (notamment capacité des installations de surface) et sur le PIGD VD. Elles avaient permis, en particulier, de déduire des besoins de dimensionnement de flottes d'emballage pour le site de La Hague, pour chaque type d'emballage envisagé. Le planning Orano des études de transports prévoyait, dans sa version à mi-2017, une mise à jour en 2017 et 2018 pour La Hague, puis en 2019 et 2020 pour les autres sites.

Le schéma de transport depuis le site de La Hague n'a pas évolué depuis sa présentation dans [2] et [3] et est décrit ci-après.

En effet, Orano envisage de procéder conformément aux pratiques actuelles pour les retours des colis de déchets étrangers, c'est-à-dire des expéditions effectuées à partir du site de La Hague jusqu'au terminal ferroviaire de Valognes par route, puis par convois ferroviaires jusqu'à Cigéo.

Par ailleurs, pour l'ensemble des colis à expédier depuis le site d'Orano La Hague, les conditions d'exploitation des emballages seront les suivantes :

Sur le site de La Hague (site expéditeur) :

- chargement dans l'emballage des colis de déchets en cellule, emballage en position verticale, capots et couvercles retirés ;
- préparation de l'emballage en vue de son expédition, emballage soit en position verticale soit en position horizontale ;
- positionnement et arrimage sur le moyen de transport routier, transport de l'emballage en position verticale ou en position horizontale selon le type et le moyen de transport jusqu'au terminal ferroviaire de Valognes.

Sur le terminal ferroviaire d'AREVA de Valognes :

- transbordement de l'emballage du moyen de transport routier sur le moyen de transport ferroviaire ; transport de l'emballage jusqu'au site de Cigéo.

Sur le site de Cigéo (site destinataire) :

- préparation de l'emballage en vue de son déchargement, emballage soit en position verticale soit en position horizontale selon le type et la configuration ;
- déchargement des colis de déchets en cellule, emballage en position verticale, capots et couvercles retirés.

Le synoptique des transports entre le site Orano La Hague et le site Cigéo, est présenté sur la figure 5 ci-après.

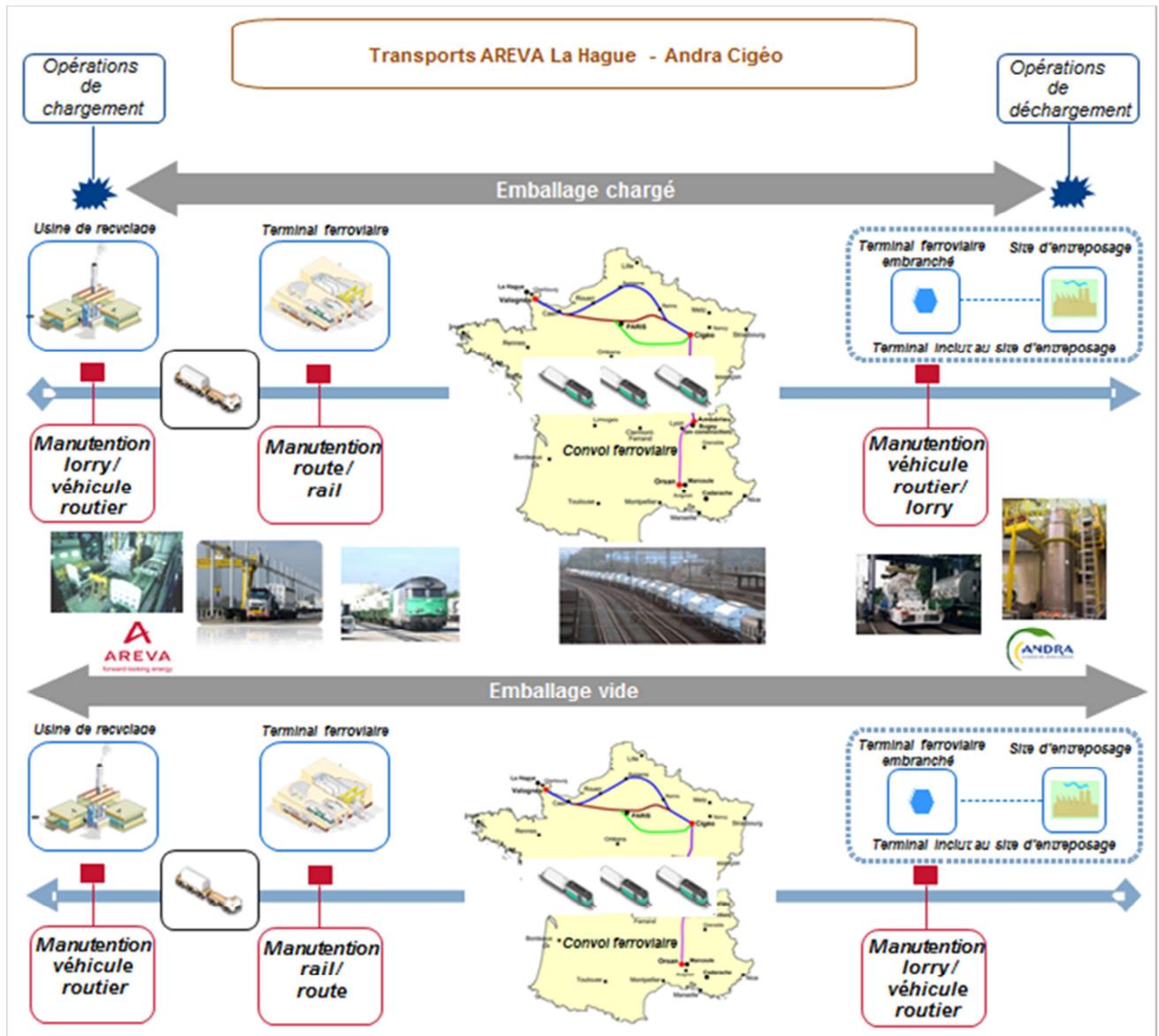


**Direction Maîtrise d'ouvrage
Démantèlement et Déchets
NOTE TECHNIQUE**



orano

**PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME
DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE**



Code Orano: DM2D NT 2018-052	
Révision : 0	PAGE 14/31
Référence interne :	
Diffusion Normale	



**Direction Maîtrise d'ouvrage
Démantèlement et Déchets
NOTE TECHNIQUE**



orano

**PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME
DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE**

Usine de recyclage
AREVA
La Hague



Chargement
des colis
dans
l'emballage



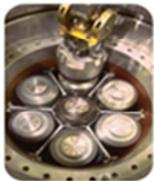
Emballage
chargé
mis sur lorry



Transfert
emballage chargé
sur remorque routière
Contrôles
radiologiques



Départ du
convoi routier



Code Orano: DM2D NT 2018-052	
Révision : 0	PAGE 15/31
Référence interne :	
Diffusion Normale	

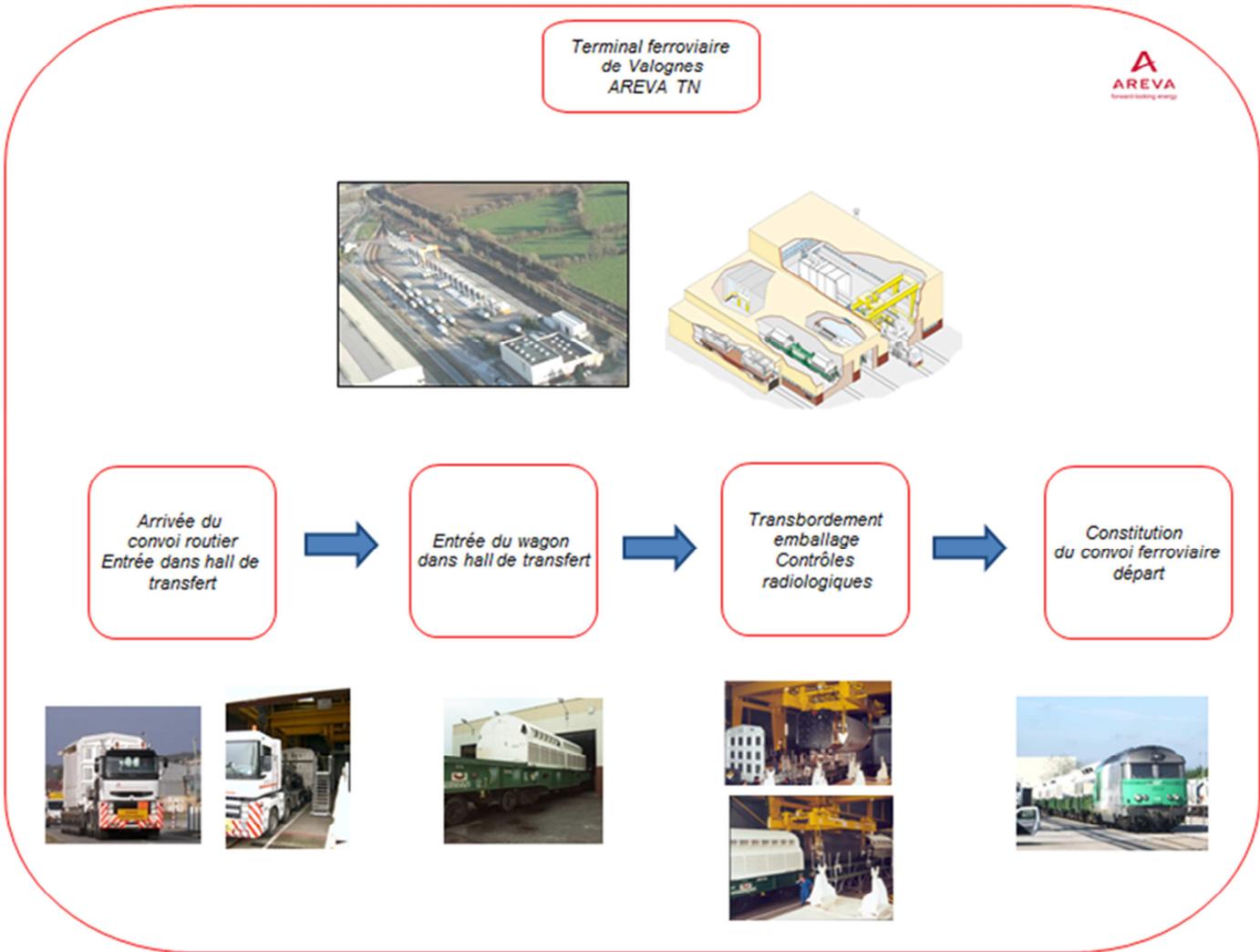


**Direction Maîtrise d'ouvrage
Démantèlement et Déchets
NOTE TECHNIQUE**



orano

**PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME
DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE**



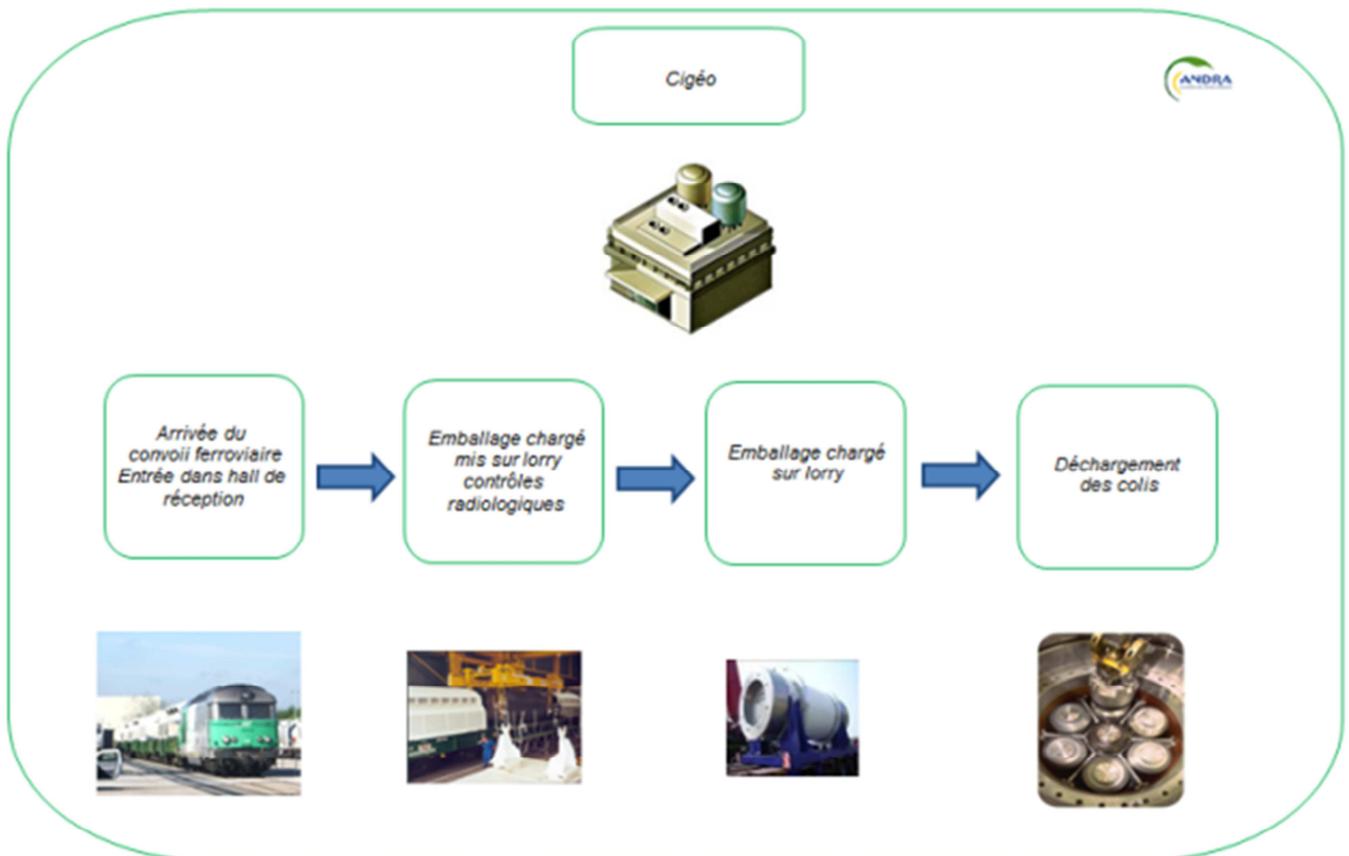


Figure 5 : Synoptique des transports entre le site Orano La Hague et le site Cigéo

5.3 Etudes de conception des emballages de transport

Les expéditions de colis de déchets depuis le site de La Hague sont caractérisées (besoin PIGD VE) par :

- les mêmes familles de colis de déchets à expédier en Phase Industrielle Pilote (2031 – 2036) et dans les phases ultérieures d'exploitation du stockage,
 - o cela nécessite de déployer dès 2031 la totalité de la diversité des emballages requis, tout en apportant de la robustesse pour la logistique globale,
- une diversité physico-chimique des déchets à expédier relativement faible et permettant d'envisager de se limiter à 4 ou 5 types d'emballages différents au plus,
 - o cela apporte également de la robustesse à la logistique globale,

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 orano Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 17/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

- une grande majorité des colis de déchets à transporter en nombre (CSD-V, CSD-U, CSD-B, CSD-C) disposant déjà d'une solution de transport éprouvée, puisque Orano retourne déjà ce type de contenus (même plus radioactifs) à ses clients,
 - o ce retour d'expérience permet dans la plupart des cas de n'envisager que des études réglementaires visant à garantir la conformité du modèle d'emballage existants aux éventuelles évolutions de la réglementation,
- des études de pré-faisabilité déjà réalisées dès 2010 pour la majorité des autres colis de déchets (CBF-C'2, CAC, FCE, ECE cimentés, fûts de bitumes),
 - o ces études préliminaires permettent de bénéficier de premiers acquis afin de réduire la durée de développement des emballages,
- la prise en considération des capacités de manutention et d'exploitation des installations expéditrices du site de La Hague,
 - o qui représentent une contrainte industrielle dans le choix des types d'emballages, ainsi qu'une opportunité de recherche de standardisation.

Ainsi, Orano a pu mentionner des noms d'emballages dès les premiers PIGD et les études ont consisté, dans un premier temps (Faisabilité en 2015), à confronter les capacités de ces emballages existants et exploités, ou en cours d'études, aux caractéristiques des colis de déchets à transporter.

Dans le rapport [2] transmis au PNGMDR en 2015, Orano informait de la relance de ces études à partir de 2015. Depuis cette date, ces études de faisabilité ont été réalisées (2015 et 2016), des études de pré-design ont été lancées en 2017 et se poursuivront en 2018 et 2019, comme annoncé dans le second rapport [3] transmis au PNGMDR en 2017. La figure 4 situe ces études sur le planning de développement global. Les notions d'études de faisabilité et de pré-design sont à comprendre au sens du glossaire du présent document.

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 18/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

6 ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUMES

En 2010 Orano a annoncé envisager la transportabilité des fûts de bitumes de La Hague au moyen de l'emballage TN® 833. En effet, ce concept avait été développé avant 2011 pour le transport d'une certaine population de fûts de bitumes vers un client étranger d'Orano.

Dans ce cadre, l'emballage TN® 833 a fait l'objet d'une expertise de la part de l'IRSN en 2010 et 2011, ainsi que d'une réunion du Groupe Permanent d'experts chargé des Transports le 28 juin 2011. Suite à ce Groupe Permanent, des demandes de l'Autorité de Sûreté ont été formulées et Orano a pris des engagements, à solder avant obtention de l'agrément de transport.

Comme l'illustre le planning de développement de la figure 4, les études ont été interrompues, le projet à leur origine ayant été abandonné. Cependant, en vue des transports vers le Cigéo, Orano a procédé à des études de faisabilité en 2015 et 2016 et à des études de pré-design en 2017 et 2018 pour cet emballage.

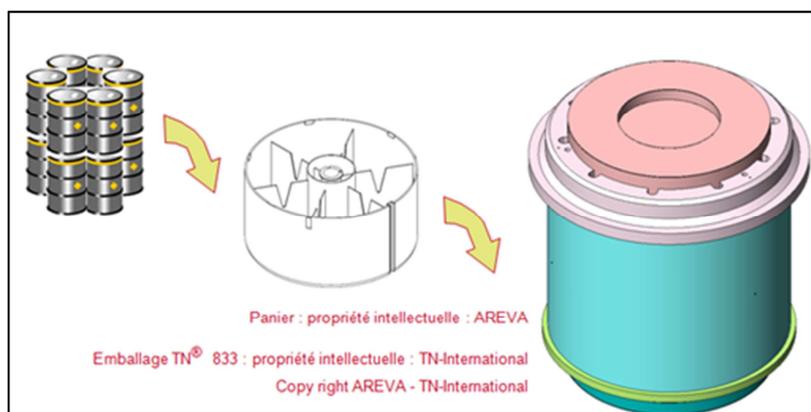
Même si les études menées jusqu'en 2011 sont des études de niveau conception au sens du glossaire du présent document, il a été nécessaire de relancer des études de faisabilité et de pré-design pour étendre la variabilité des colis transportables avec cet emballage à tout l'inventaire des colis de bitumes destinés au Cigéo.

6.1 Présentation du modèle de colis TN® 833 issu des études jusqu'en 2011

L'emballage TN® 833 est un emballage de transport conçu pour le transport de colis de déchets bitumés STE3 issus de l'usine de traitement de La Hague. La conception de l'emballage TN® 833 a été réalisée sur la base de colis STE3 produit selon la spécification Orano 300 AQ 027.

L'emballage TN® 833 est composé d'un corps incluant un système amortisseur de fond, d'un système de fermeture et d'un système amortisseur démontable côté tête et peut transporter au maximum 12 colis de déchets bitumés rangés dans deux paniers superposés dans la cavité.

Cet emballage est prévu d'être transporté par route ou par rail.



Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 19/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

6.1.1 Description du modèle de colis TN® 833

L'emballage TN® 833 et son contenu sont présentés dans les paragraphes suivants.

6.1.1.1 Description de l'emballage

Caractéristiques géométriques de l'emballage TN® 833

L'emballage TN® 833 est un emballage de forme générale cylindrique.

Les dimensions extérieures hors tout de l'emballage sont :

- hauteur = 2 797 mm,
- diamètre externe = 2 700 mm

Caractéristiques massiques de l'emballage TN® 833

La masse maximale admissible de l'emballage TN® 833 chargé en transport est de 38 270 kg dont une masse maximale aménagement interne + contenu de 6 800 kg.

Les principaux composants de l'emballage TN® 833

L'emballage est constitué des principaux composants suivants :

Corps :

Le corps en acier inoxydable est composé d'une virole forgée fermée par un fond forgé réunis par une soudure circulaire pleine pénétration. La virole et le fond sont isolés thermiquement par une épaisseur de mousse phénolique elle-même confinée dans des tôles anti-poinçonnement en acier inoxydable.

Système de fermeture :

Le système de fermeture du corps est formé d'un couvercle en acier inoxydable. Le couvercle est muni de deux orifices, chacun fermé par un tampon coiffé par une tôle d'orifice.

Systèmes amortisseurs :

Le système amortisseur de tête démontable est composé d'une couronne amortisseur en aluminium, d'un amortisseur en mousse phénolique et d'une protection contre le poinçonnement constituée d'une tôle de renfort au centre du capot. Le capot possède également une protection thermique, constituée de mousse phénolique, confinée au centre du capot par la tôle anti-poinçonnement et par une tôle fine.

Le système amortisseur de fond non démontable est composé de mousse phénolique confinée dans des tôles d'acier elles même soudées sur la tôle anti-poinçonnement de fermeture de fond.

Éléments de manutention et arrimage :

La manutention de l'emballage chargé est assurée par l'intermédiaire de 4 anneaux de levage, traversant le capot de tête et se vissant sur la virole forgée. L'arrimage de l'emballage est assuré par l'intermédiaire de la collerette de fond, l'emballage reposant sur la collerette.

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 orano Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 20/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

Enceinte de confinement

L'enceinte de confinement est constituée par :

- la virole forgée,
- le fond forgé,
- le couvercle et les tampons d'orifices des tapes,
- le joint intérieur du couvercle et celui des tampons d'orifices.

6.1.1.2 Description du contenu

Le contenu est constitué par l'aménagement interne prenant place dans la cavité de l'emballage et les colis de bitumes STE3.

Aménagement interne

L'aménagement interne de l'emballage TN® 833 est composé de deux paniers en acier inoxydable superposés dans la cavité du colis. Chaque panier est de forme cylindrique et est constitué de 6 logements délimités par une virole externe soudée sur un fond, des goussets et une virole interne.

Les paniers ne sont pas fixés à la cavité mais comportent une gorge sur toute leur hauteur afin d'accueillir une clavette de positionnement angulaire vissée à la cavité.

Les paniers sont manutentionnés par l'intermédiaire d'une collerette de préhension située au centre des paniers. Les paniers peuvent être manutentionnés avec ou sans les colis de bitumes STE3 chargés dans les paniers.

La masse nominale d'un panier vide est de 1 600 kg.

Les colis de bitumes

Les colis de bitumes considérés pour le dimensionnement de l'emballage TN® 833 en 2011 étaient issus de la spécification Orano 300 AQ 027. Des caractéristiques complémentaires des colis de bitumes, nécessaires aux démonstrations de sûreté en transport avaient été prises en compte pour les études menées jusqu'en 2011. L'inventaire envisagé correspondait à une sous-population de l'inventaire global.

L'enveloppe des colis est un conteneur en acier inoxydable fermé de manière non étanche par un couvercle clipsé. Les dimensions générales des colis de bitumes STE3 sont de 883 mm de haut et de 586 mm de diamètre extérieur.

6.1.1.3 Contenu autorisé au sens des études jusqu'en 2011

Au terme des études menées jusqu'en 2011, un « contenu autorisé » au sens du dossier de sûreté, a été défini.

Le contenu autorisé dans l'emballage TN® 833 est d'au maximum 12 fûts de déchets bitumés en provenance de l'atelier STE3 de La Hague. Le déchet bitumé est constitué de la matrice de conditionnement bitumeuse, de l'additif tensioactif, et des boues à conditionner, formant un mélange homogène des déchets et de la matrice de conditionnement qui contient de la radioactivité dans sa masse. Les fûts doivent être conformes à la spécification de production 300 AQ 027 et aux exigences suivantes pour le transport en TN® 833 :

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 21/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

- Masse maximale du fût de déchets bitumés : 300 kg
- Activité équivalente par fût : $A1 + 80.A2 \leq 5,18 \text{ TBq}$, avec :
 - o A1 : activité bêta gamma hors Pu241
 - o A2 : activité alpha
- Quantité maximale de Pu fissile par fût : 8,5 g
- Quantité maximale d'U235 par fût : 6,5 g
- Teneur massique maximale en hydrogène du déchet bitumé : $0,138 \text{ g/cm}^3$
- Puissance thermique maximale par fût : 2 W
- Inégalité à respecter sur les termes sources pour garantir le respect des débits de dose réglementaires autour du colis.

6.1.2 Etat des lieux relatif à la demande d'agrément

Le modèle de colis TN® 833 chargé de fûts de bitume STE3 a fait l'objet d'une expertise de la part de l'IRSN en 2010 et 2011, ainsi qu'une réunion du Groupe Permanent d'experts chargé des Transports le 28 juin 2011.

Suite à ces jalons réglementaires, Orano TN a pris les engagements suivants relatifs au contenu :

- avant l'obtention de l'agrément, Orano TN confortera et complètera, le cas échéant, l'inventaire ainsi que les activités des radioéléments gazeux, présents dans les fûts d'enrobés de déchets bitumés, retenues dans le dossier de sûreté ;
- avant l'obtention de l'agrément, Orano TN présentera les éléments permettant de s'assurer de la non étanchéité (aux gaz) des fûts d'enrobés de déchets bitumés au moment de leur chargement dans la cavité du colis ;
- avant le premier transport, Orano TN confirmera que les intensités maximales de rayonnement induites par les émissions neutroniques des actinides présents dans les fûts d'enrobés bitumés sont négligeables ;
- avant la première prorogation, Orano TN prendra en compte dans les démonstrations relatives au relâchement d'activité le césium et le ruthénium présents dans les enrobés de déchets bitumés. A défaut, Orano TN justifiera l'absence de volatilisation de ces radioéléments en conditions normales et accidentelles de transport.

Enfin, dans la lettre de suite ASN CODEP-DTS-2011-054030 du 23 novembre 2011, l'ASN a formulé les demandes complémentaires suivantes relatives au contenu :

- en préalable au transport des fûts, la société Orano TN devra transmettre à l'Autorité de Sûreté Nucléaire la justification de la méthode utilisée pour justifier la stabilité thermique de ces fûts (définition des lots de fûts, qualification des mesures, ...). A cet égard, elle devra transmettre à l'Autorité de Sûreté Nucléaire les démonstrations complémentaires fondées sur des résultats expérimentaux, en justifiant l'homogénéité des lots de fûts considérés, permettant de vérifier que ceux-ci ne présentent pas de risque d'emballage thermique jusqu'à une température pouvant atteindre 100°C.

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 22/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

- lors des cinq premiers transports, Orano TN devra transmettre à l'Autorité de Sûreté Nucléaire les résultats de prélèvements gazeux pour corroborer les calculs des quantités des gaz produits par radiolyse. L'Autorité de Sûreté Nucléaire devra être prévenue si l'extrapolation des résultats de mesures ne permet pas de retrouver les valeurs du taux de H2 calculées dans le dossier de sûreté.

Le développement de l'emballage TN® 833 ayant été arrêté mi-2011, les engagements d'Orano TN et les demandes de l'Autorité de Sûreté n'ont pas été traités. Le dossier de sûreté de l'emballage TN® 833 devra être révisé, en particulier pour intégrer les éléments apportés au cours de l'expertise ainsi que les engagements et demandes préalables à l'obtention de l'agrément.

Outre les engagements et demandes relatifs au contenu listés ci-avant, des points liés à l'emballage de transport sont également à traiter pour l'obtention de l'agrément, notamment sur le comportement mécanique de l'emballage en chute ainsi que sur les propriétés thermiques de la mousse du capot assurant une protection de l'emballage en condition de feu.

En particulier, l'Autorité de Sûreté demande d'étudier le comportement du colis en conditions de chute en tenant compte de l'impact différé du contenu. L'emballage TN® 833 pourrait nécessiter une modification de son couvercle et de son capot pour répondre à cette demande.

Enfin, comme mentionné plus haut, la population de fûts de bitumes prise en compte dans ces études ne correspondait qu'à une sous-population de la population totale produite.

6.2 Etudes de faisabilité pour le transport des fûts de bitume en TN® 833 depuis le site de la Hague

6.2.1 Objectif des études de faisabilité

L'objet des études de faisabilité réalisées en 2015 et 2016 pour le TN® 833 étaient :

- o d'analyser l'adéquation entre la totalité des fûts de bitumes standards produits sur le site de Hague et le modèle de colis TN® 833 tel qu'étudié jusqu'en 2011 (dimensions et masses des colis, type de contenu, etc). En particulier, il s'agissait de prendre en compte la totalité des fûts de bitumes STE3 produits à fin 2006 et présentés dans le dossier de connaissance associé, et la totalité des fûts STE 2 (production terminée) décrits dans leur dossier de connaissance associé ;
- d'identifier les points d'étude réglementaire spécifiques à approfondir et à traiter lors des études de pré-design ;
- d'identifier les inadéquations éventuelles entre les colis de déchets bitumés et l'emballage, ainsi que les points d'étude identifiés comme susceptibles de présenter des risques pour l'obtention de l'agrément transport.

Pour ce faire, on a étudié :

- par fonction de sûreté, les critères réglementaires pour un emballage de type B, ainsi que les principaux paramètres des colis de déchets intervenant dans la démonstration de sûreté, soit :
 - o la description générale des colis et de leur contenu,
 - o l'analyse mécanique,

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 23/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

- l'analyse thermique,
- l'analyse du confinement,
- l'analyse de la radiolyse,
- l'analyse de la radioprotection,
- l'analyse de la criticité,
- l'exploitation,
- les contraintes liées au transport.

6.2.2 Synthèse des études d'adéquation fûts de bitumes / emballages TN® 833

Les conclusions de ces études de faisabilité de 2015 – 2016 sont les suivantes.

6.2.2.1 Adéquation colis / emballage en termes de géométrie

La cavité de l'emballage TN® 833 est prévue pour recevoir 2 étages de colis de déchets bitumés, chaque étage contenant 6 colis de déchets. Les dimensions hors tout des colis de bitume STE3 et STE2 produits correspondent aux dimensions utilisées pour le dimensionnement de l'emballage TN® 833. Ces colis pourront donc être chargés par 12 dans l'emballage TN® 833.

6.2.2.2 Adéquation colis / emballage en termes de masse

La masse maximale autorisée pour le contenu de l'emballage TN® 833 est de 300 kg pour chacun des 12 fûts, soit une masse totale de 3 600 kg (hors aménagement interne).

La masse maximale des colis de bitume STE3 est de 301,1 kg, et de 290,6 kg pour les colis de bitume STE2. Ces colis pourront donc être chargés par 12 dans l'emballage TN 833. Une mise à jour de la masse maximale autorisée sera à réaliser, mais elle est jugée sans impact significatif sur les études de sûreté dans le cadre de l'étude de transportabilité (écart inférieur à 1%).

6.2.2.3 Adéquation colis / emballage en termes de puissance thermique

Les fûts de déchets bitumés STE2 et STE3 ont une puissance thermique inférieure à 2 W correspondant à la valeur considérée dans les démonstrations de sûreté de l'emballage TN® 833. Cette puissance permet d'assurer une température maximale des déchets bitumés en conditions accidentelles de transport en deçà de 100 °C. Les éléments confortant la démonstration de la tenue du déchet bitumé jusqu'à une température de 100°C demandé par l'ASN seront apportés pour la prochaine expertise.

6.2.2.4 Points d'études spécifiques à approfondir

A l'issu des études de faisabilité, les points suivants étaient à approfondir :

Mécanique :

Les colis de déchets bitumés STE2 et STE3 ne nécessitent pas d'étude particulière dans le cadre de l'analyse de faisabilité. Cependant, des questions de l'Autorité de Sûreté relatives au comportement

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 24/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

mécanique de l'emballage en chute sont à solder avant obtention de l'agrément, suite au Groupe Permanent Transport de 2011 et aux évolutions du guide du requérant.

Thermique :

Les caractéristiques thermiques des fûts de déchets bitumés STE2 et STE3 sont compatibles avec l'emballage TN® 833, sous réserve qu'Orano conforte la démonstration de la tenue du déchet bitumé jusqu'à une température de 100°C.

Confinement :

Les radionucléides volatils considérés dans l'analyse de confinement sont les suivants : 129I, 14C, 36Cl et 3H. Les activités maximales issues des dossiers de connaissance, qui présentent les données de base des colis de déchets, montrent des activités pour le 129I supérieures à celles prises en compte dans les études avant 2011 pour les colis de bitume STE3 et STE2. Cependant, ce radionucléide a une contribution nulle dans les études de relâchement d'activité hors de l'emballage : cet écart n'a donc pas d'impact sur les démonstrations de sûreté.

Par ailleurs, il sera confirmé qu'il n'y a pas de radionucléides gazeux ou volatils (notamment le césium et le ruthénium) autres que ceux déjà identifiés en 2011, conformément aux engagements pris par Orano au préalable au Groupe Permanent Transport de 2011.

Radiolyse :

La quantité maximale de dihydrogène admissible dans la cavité de l'emballage, pour une température de 100°C, est calculée dans le dossier de sûreté à 4,23 L par fût et par cycle de transport.

Les fûts de bitume STE3 ayant un taux de production de dihydrogène de 2,1 L par fût et par an, ils respectent ce critère sans restriction particulière.

Pour les fûts de bitume STE2, le taux de production de dihydrogène est estimé à 10,3 L/fût/an. Il a donc été identifié comme nécessaire de confirmer que ce taux de production est enveloppe de l'ensemble des fûts STE2 et de l'extrapoler aux températures maximales atteintes en conditions accidentelles de transport, afin de déterminer la durée de transport autorisée permettant de rester sous la limite inférieure d'inflammabilité.

Radioprotection :

Le spectre radiologique du colis de déchets moyen STE3 répond aux critères d'acceptation dans l'emballage TN® 833 correspondant au dossier de sûreté expertisé en 2010 et 2011 : en particulier, l'inéquation de transport est respectée avec une marge d'un facteur 5. Cependant, en prenant en compte le spectre radiologique maximal issu du dossier de connaissance des colis STE3, l'inéquation de transport n'est pas respectée. Cela s'explique notamment par la valeur d'activité maximale du 60Co : la variabilité de ce radionucléide par rapport à l'activité moyenne est importante et devra être justifiée ou mise à jour.

Les colis de bitume STE2 sont couverts par les colis STE3 en termes d'inventaire radiologique : l'inéquation de transport est vérifiée y compris en considérant le spectre radiologique maximal issu du dossier de connaissance des colis STE2.

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 25/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

Criticité :

Les masses de matières fissiles des colis ont été calculées sur la base des activités présentées dans les dossiers de connaissance.

Les masses de matière fissile pour les colis de déchets de bitume STE3 sont :

- inférieure à la masse maximale admissible pour le Pu fissile (masse maximale calculée à 6,7 g pour un critère d'admissibilité à 8,5 g) ;
- supérieure à la masse maximale admissible pour le U235 : la valeur maximale calculée est de 39,5 g ; la valeur du colis moyen est calculée à 4,1 g pour un critère d'admissibilité à 6,5 g.

Ce point est identifié comme étant à instruire dans le cadre des études de pré-design.

Les masses de matière fissile pour les colis de bitume STE2 sont inférieures à celles des bitumes STE3. En particulier, le léger dépassement de la masse maximale en U235 (9,9 g) est compensé par les marges sur la masse de Pu fissile (inférieure à 3,2 g). Il n'y a donc pas d'enjeu du point de vue de la criticité pour ce type de colis.

6.2.2.5 Conclusion sur l'adéquation fûts de bitumes / Emballage TN® 833

Les fûts de bitume STE3 et STE2 produits à fin 2006 peuvent être chargés par 12 dans l'emballage TN® 833 en termes de géométrie, de masse et de puissance thermique.

Des études complémentaires sont nécessaires pour les colis de déchets STE2 concernant la production de dihydrogène. Enfin, les études de faisabilité ont permis de mettre en évidence le fait que le spectre isotopique maximal des colis de déchets STE3 dépasse les critères de transportabilité du point de vue de la radioprotection et de la criticité : des études ont été prévues en phase de pré-design sur ce sujet.

La question des engagements pris par Orano TN suite au Groupe Permanent Transport n'a pas été traitée lors des études de faisabilité, dont ce n'était pas l'objectif.

A ce stade des études, Orano a estimé qu'aucun point rédhibitoire ne justifiait la remise en cause de la bonne adéquation entre l'emballage TN® 833 et les populations de colis de déchets STE3 et STE2, après notamment les éventuelles adaptations de l'emballage TN® 833 pour répondre aux évolutions des exigences réglementaires (les colis spécifiques devant être intégrés aux études de pré-design).

Orano a donc décidé de poursuivre les études de conception de l'emballage TN® 833.

6.3 Etudes de pré-design pour le transport des fûts de bitume en TN® 833 depuis le site de La Hague

6.3.1 Objectif des études de pré-design

L'objectif des études de pré-design a été d'approfondir l'analyse de la transportabilité des colis de déchets par rapport aux points identifiés lors des études de faisabilité :

- Conformité du modèle de colis TN® 833 aux exigences réglementaires et points d'amélioration à prendre en compte pour l'obtention de l'agrément de transport,

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 26/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

- Réalisation des calculs de pré-dimensionnement suivants :
 - o Analyse au regard de la radioprotection et de la criticité :

Le chargement enveloppe, dont les caractéristiques ont été déterminées comme le maximum de chaque radioélément issu des dossiers de connaissance des colis de déchets STE3 et STE2 produits à fin 2006, dépasse les critères définis par les inéquations de transport, ainsi que la masse maximale admissible de matière fissile. Les colis de déchets ont donc été analysés individuellement pour :

 - déterminer la proportion de colis dépassant les critères,
 - estimer un temps de refroidissement minimum et tenir compte de la décroissance lorsque c'est possible pour certains colis dépassant les critères de radioprotection,
 - indiquer le cas échéant quels colis ne sont pas transportables en l'état parce qu'ils ne satisfont pas aux critères de chargement dans l'emballage.
 - o Analyse de radiolyse et LII :
 - détermination d'un scénario de transport permettant le respect des critères de LII compte tenu de la production de dihydrogène.
- Extension du périmètre de l'étude aux colis de bitumes STE3 spécifiques (expérimentaux, technologiques et non conformes) et aux colis de bitumes produits après 2006,
- Description des principales opérations d'exploitation de l'emballage, et du châssis de transport,

6.3.2 Synthèse des études de pré-design réalisées à fin 2017 et des points à approfondir concernant la transportabilité

Géométrie et masse des colis primaires :

D'un point de vue dimensionnel, l'ensemble des colis de déchets STE2 et STE3 décrits par leur dossier de connaissance, ainsi que les colis spécifiques décrits par leur note descriptive, à l'exception de 6 colis spécifiques présentant des déformations, sont conformes aux dimensions des colis utilisées lors de la conception de l'emballage TN® 833 en 2011. Une analyse plus poussée sera menée pour les 6 colis de déchets spécifiques présentant des déformations.

La masse moyenne issue du REX de production (environ 250 kg) est inférieure à la limite de masse par colis prise en compte dans les analyses du dossier de sûreté des études de 2011 (300 kg par colis). Cependant, certains colis conformes aux dossiers de connaissance et d'autres colis spécifiques dépassent cette limite. Des solutions pourront être étudiées dans le cadre de l'adaptation de l'emballage TN® 833, notamment la possibilité soit d'appairer certains colis de façon à ce que la masse totale de la colonne n'excède pas 600 kg, soit d'intégrer au dossier de sûreté la possibilité de charger des colis primaires factices afin de respecter cette limite, soit de faire évoluer l'emballage TN® 833.

Mécanique :

Les études de tenue mécanique de l'emballage en conditions accidentelles de transport seront à mettre à jour afin de prendre en compte les engagements d'Orano TN, les questions de l'ASN ainsi que le sujet de

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 orano Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 27/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

l'impact différé du contenu sur le couvercle. Ceci pourrait avoir des conséquences sur la conception du capot amortisseur de tête ou le couvercle (ajout d'un amortisseur interne).

Thermique :

L'ensemble des colis STE2 ou STE3 sont conformes à la puissance maximale autorisée par colis dans le dossier de sûreté de 2011 à savoir 2 W/colis pour un chargement maximal de 24 W. Il n'y a donc pas d'enjeu pour charger l'ensemble des colis produits. Cependant, comme identifié lors de l'étude de faisabilité précédente, la conception de l'emballage TN® 833 a été réalisée afin de garantir une température maximale des colis en CAT de 100°C : il faudra donc prendre en compte l'ensemble des engagements d'Orano TN et les questions de l'ASN qui pourraient amener à modifier la conception actuelle de l'emballage TN® 833.

Confinement :

Suite aux analyses réalisées et à l'identification de marges élevées, ce sujet est considéré sans enjeu.

Radioprotection :

En radioprotection, les analyses supplémentaires réalisées sur la base du REX de production complet (post-2006) des colis STE3 ainsi que sur les colis spécifiques, permettent de conclure qu'en tenant compte de la décroissance radioactive entre la date de production et le transport, les colis déjà produits peuvent être chargés dans l'emballage TN® 833 et respectent l'inéquation de transport du dossier de sûreté, à l'exception des certains colis expérimentaux dont les valeurs d'activités sont en cours de consolidation. Dans l'avenir, si les colis produits sont conformes à ceux du REX de production depuis 1995 à nos jours, il n'y aura pas d'enjeu.

Criticité :

D'après le REX de production complet (post-2006), l'ensemble des colis présente des masses de matières fissiles inférieures à celles utilisées lors du dimensionnement de l'emballage TN® 833 (8,5 g 235U et 6,5 g de Pu fissile modélisé par du 239Pu). Concernant les colis spécifiques, 36 colis présentent des éléments métalliques additionnels qui peuvent remettre en cause les conclusions du dossier de sûreté. Une caractérisation plus fine de ces colis permettra de mener des études complémentaires.

Radiolyse :

Les analyses réalisées permettent de garantir 87 jours de transport en CNT + 7 jours de CAT si le taux de production de dihydrogène ne dépasse pas 10,3 L/fût/an.

Il est cependant à noter que cette analyse est une analyse estimative. Les taux de production de H2 aux températures atteintes en transport devront être confirmés dans le cadre des démonstrations de sûreté.

6.3.3 Etudes d'exploitation de l'emballage TN® 833

Orano a mené une première analyse de compatibilité avec les sites d'expédition et de réception, a rédigé des premières instructions d'utilisation, et a mené une réflexion sur le châssis de transport de l'emballage TN® 833.

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 orano Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 28/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

6.3.3.1 Analyse de compatibilité avec les sites d'expédition et de réception de l'emballage TN® 833

Dans le cadre du projet Cigéo, l'emballage TN® 833 est prévu d'être chargé de colis de bitumes dans l'atelier DE-EB de l'usine de La Hague.

Les éléments caractéristiques suivants sont pris en compte :

- le palonnier de manutention devra être adapté car l'emballage TN® 833 ne possède pas de tourillons,
- la plaque de vissage-dévisage de l'atelier nécessite des adaptations par rapport aux dimensions du couvercle de l'emballage et de ses vis de fixation,
- la hauteur de l'emballage avec couvercle (mais sans capot) nécessite d'adapter le chariot de transfert ou la couronne d'accostage.

Des échanges sont à initier avec l'Andra concernant les installations de la zone de déchargement du site de réception à Cigéo. L'analyse de compatibilité devra être poursuivie sur la base de ces échanges.

6.3.3.2 Instructions d'utilisation de l'emballage TN® 833

Dans ces instructions non présentées ici sont précisées : la description générale de l'emballage (masses maximum des composants ; description du système de fermeture, des organes de manutention et d'arrimage) ; les principales opérations d'exploitation de l'emballage TN® 833 (réception de l'emballage vide à l'usine de retraitement ; préparation de l'emballage et chargement du contenu ; préparation de l'emballage chargé avant expédition ; expédition de l'emballage chargé) ; des éléments relatifs au châssis de transport de l'emballage TN® 833.

6.3.4 Conclusions à fin 2017 sur la faisabilité des transports à l'issu des études de pré-design

La première phase des études de pré-design a permis d'étendre le périmètre des études de faisabilité aux colis STE3 produits après 2006 et aux colis spécifiques, c'est-à-dire à l'ensemble des colis de bitumes produits jusqu'en 2016 et à transporter selon le PIGD VE [1].

Les analyses de transportabilités ont permis, sur la base du REX de production, de démontrer qu'une très grande majorité des colis de bitumes STE2 et STE3 produit à l'heure actuelle pourront être transportés dans l'emballage TN® 833. Un très petit nombre de colis de bitume nécessitera des analyses supplémentaires.

De plus, les analyses concernant l'exploitation de l'emballage TN® 833 ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- les analyses d'interface entre l'emballage TN® 833 et le site d'expédition (atelier DE EB de La Hague) ou le site de réception (Cigéo) devront être poursuivies,
- il conviendra de lancer lors d'une phase ultérieure une étude sur le châssis de transport,

Enfin, dans l'optique d'obtenir un agrément de l'emballage TN® 833 en adéquation avec les colis de déchets bitumés STE2 et STE3 produits et les colis spécifiques, les études suivantes devront être réalisées dans une seconde phase des études de pré-design :

- prise en compte de l'impact différé,
- réalisation des études de conception du châssis et des analyses associées en conditions de chute demandées par l'ASN,
- prise en compte de l'ensemble des engagements d'Orano TN et des questions de l'ASN, en particulier en thermique.

6.4 Etudes de mutualisation et d'optimisation pour le transport de tous les fûts de bitumes depuis les sites Orano de La Hague et CEA de Marcoule

Dans l'optique d'une application du PIGD VE [1], la figure 2 relative à la chronique prévisionnelle de livraison des colis de déchets MAVL et HA moyennement exothermiques vers Cigéo, montre que le besoin global de transport des colis de bitumes est très important.

6.4.1 Besoins de transports global depuis La Hague et Marcoule

La figure ci-dessous présente les flux d'emballages annuels nécessaires depuis les sites de Marcoule et La Hague, pour assurer la chronique du PIGD VE [1]. Pour les fûts d'enrobés bitumineux de Marcoule, un surfûtage en colis de 380 litres a conduit le CEA à envisagé un transport en emballage TN® 833 avec une capacité de 6 colis de déchets depuis Marcoule [1], et non de 12 comme prévu depuis La Hague.

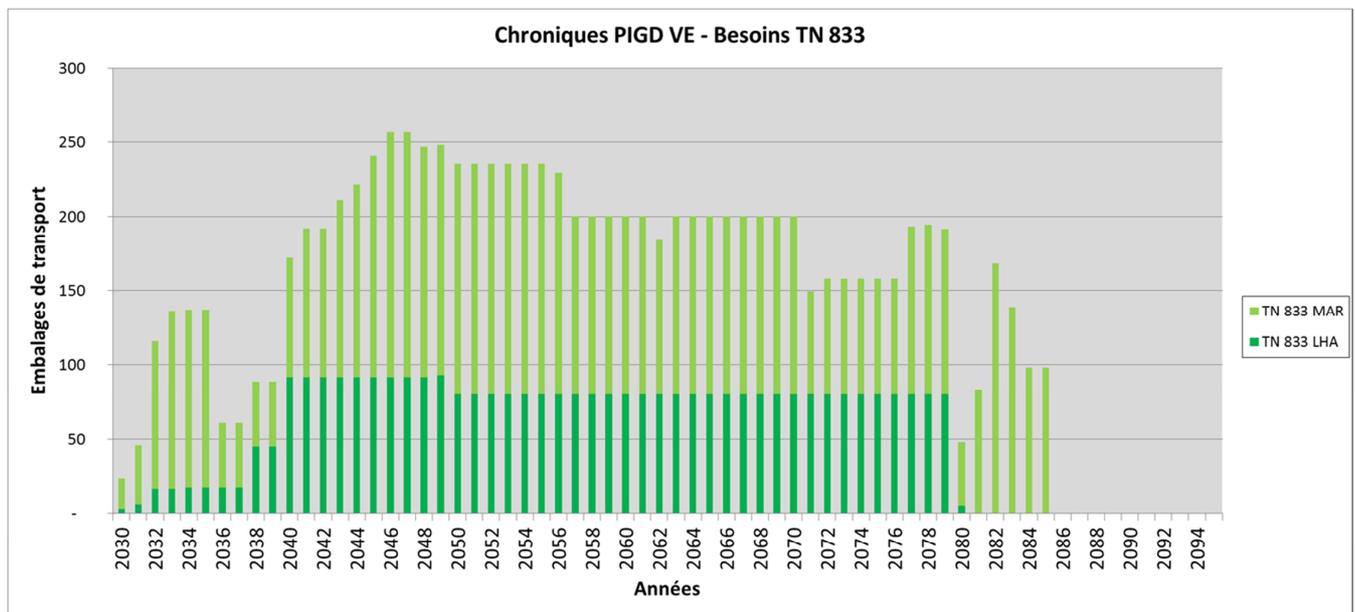


Figure 5 : Flux annuels d'emballages TN 833 de colis de bitumes nécessaires pour garantir le respect de la chronique de livraison du PIGD VE.

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 orano Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 30/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

6.4.2 Etudes de mutualisation des transports de colis de bitumes en TN® 833

Comme cela est illustré sur la figure 4 présentant le planning des études de développement pour les transports depuis le site de La Hague vers le stockage Cigéo, Orano a proposé au CEA et à EDF d'étudier dans quelle mesure l'emballage TN® 833 pourrait être utilisé pour le transport des fûts d'enrobé bitumineux de Marcoule. Une telle mutualisation du concept d'emballage mérite d'être approfondie moyennant des aménagements internes adaptés.

Le niveau de maturité des études réalisées par Orano (pré-design) rend possible de telles études.

Si une telle mutualisation du concept d'emballage s'avérait pertinente, intégrant aussi les aspects relatifs aux interfaces avec les installations du Cigéo et de Marcoule, les études de logistiques envisagées selon le calendrier du planning des études de transports d'Orano pourraient permettre de lancer des études de mutualisation des flottes d'emballages, puis de leur exploitation et maintenance.

Ces études techniques pourraient ensuite conduire à des études d'optimisation, intégrant les aspects notamment financiers.

Orano estime que ces études prennent toute leur importance dans le cadre des chroniques du PIGD VE.

Code Orano: DM2D NT 2018-052		 orano Direction Maîtrise d'ouvrage Démantèlement et Déchets NOTE TECHNIQUE	 orano
Révision : 0	PAGE 31/31		
Référence interne :			
Diffusion Normale			
PNGMDR : ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES DE TRANSPORTABILITE DES FUTS DE BITUME DEPUIS LE SITE DE LA HAGUE			

7 CONCLUSIONS

Dès 2010, et dans les PIGD qui ont suivi, Orano a retenu le concept d'emballage TN® 833 pour le transport, par 12, des fûts de bitumes depuis le site de La Hague vers le Cigéo. Des études de conception réalisées avant 2010 avaient, en effet, conduit à la rédaction d'un dossier de sûreté, expertisé par l'IRSN en 2010 et 2011, ainsi qu'à une réunion du Groupe Permanent d'experts chargé des Transports le 28 juin 2011.

Depuis 2015, Orano a relancé les études de faisabilité (2015 – 2016) et de pré-design (2017 – 2019) afin de statuer sur la faisabilité du transport en emballage TN® 833 de tous les colis de bitumes produits et à produire sur le site de La Hague, y compris les très faibles populations de colis spécifiques (expérimentaux, technologiques et non conformes).

Ces études de faisabilité et de pré-design s'intègrent dans le planning des études transport d'Orano, visant à garantir la disponibilité des flottes d'emballages pour le transport de tous les colis de La Hague dès 2031. Dans cette vision intégrée globale, les études de conception des emballages sont articulées avec les études logistiques et avec celles relatives à la supervision des transports. Ce planning cherche, en outre, à identifier les mutualisations possibles avec les autres sites et les autres producteurs.

Les études de faisabilité ont permis d'identifier les études complémentaires à réaliser et de conforter Orano sur la possibilité de mettre en adéquation l'emballage TN® 833 avec les colis primaires de déchets bitumés à transporter. Les études de pré-design, non achevées, ont permis d'intégrer toutes les populations de colis de déchets bitumés de La Hague, de débiter les analyses techniques par fonction de sûreté et d'identifier les études complémentaires à réaliser, souvent pour de très petites populations de colis spécifiques.

A ce stade, il n'est pas identifié de point rédhibitoire qui remettrait en cause la pertinence de l'emballage TN® 833 pour le transport de colis de déchets bitumés. En tout état de cause, les études de conception visant à l'obtention de l'agrément de transport devront permettre d'apporter des réponses aux demandes formulées par l'Autorité de Sûreté et d'honorer les engagements pris par Orano TN.

Même si le besoin industriel de transport de colis de déchets bitumés vers le Cigéo est en train d'évoluer, Orano a proposé à ses partenaires le CEA et EDF de poursuivre les études de transportabilité et donc de pré-design afin que les décisions qui seront prises à l'issue de l'instruction de la DAC du Cigéo relativement aux colis de déchets bitumés, intègrent les éléments techniques disponibles relatifs au transport.