

Étude sur le transport d'hydrogène comprimé par le fleuve

**Version 3 du 17/05/2023
pour HYNAMICS**

Par SAFE

Document Control Sheet

Work package Number	
Work package Title	
Activity Number	
Activity Title	Étude sur le transport d'hydrogène comprimé par le fleuve
Deliverable Number	
Deliverable Title	Étude sur le transport d'hydrogène comprimé par le fleuve
Dissemination level	Confidential
Main author	Romain Laveissière (SAFE)
Contributors	Stanislas Doco (SAFE)
Quality Assurance	Jérémy Le Bonhomme (SAFE)
Due Date	17 mai 2023

Contrôle des versions

Version	Date	Auteur	Révision	Commentaire
V01	25 janvier 2023	Romain Lavessière (SAFE)	Guillaume Lelong (Hynamics)	Livrable 1
V02	07 avril 2023	Stanislas Doco (SAFE)	Guillaume Lelong (Hynamics)	Livrable 2 v1
V03	17 mai 2023	Stanislas Doco (SAFE)	Guillaume Lelong (Hynamics)	Livrable 2 v2

Table des matières

Liste des tableaux.....	5
Liste des figures.....	6
Liste des abréviations.....	8
1 Résumé.....	10
2 Introduction.....	11
3 Histoire de l'art, le secteur fluvial.....	12
3.1 Contexte.....	12
3.1.1 Principaux secteurs fluviaux.....	12
3.1.2 Propriété, gestion et exploitation des voies navigables françaises.....	17
3.2 Glossaire du transport fluvial.....	18
3.2.1 Typologie des bateaux.....	18
3.2.2 Navigation fluviale.....	21
3.2.3 Métiers du fluvial.....	22
3.2.4 Contenants et éléments.....	23
3.2.5 Echelle de valeurs indicatives.....	27
3.3 Les acteurs de la chaîne logistique.....	31
4 Le transport et la distribution de CGH₂ par voie fluviale.....	36
4.1 Contexte réglementaire.....	36
4.2 Description des scénarios et opérations envisageables pour le transport du CGH₂	39
4.3 Prescriptions dimensionnantes ou restrictives pour le transport fluvial de CGH₂	63
4.3.1 L'hydrogène comprimé.....	63
4.3.2 Le bateau de transport.....	63
4.3.3 Transport de colis.....	68
4.3.4 Contraintes liées à la navigation fluviale.....	69
4.4 Responsabilités des acteurs de la chaîne logistique.....	70
4.4.1 Indentifications des marchandises dangereuses et documents.....	73
4.4.2 Conditionnement, emballage et signalétique colis.....	75
4.4.3 Opérations et transport ADN.....	84
4.4.4 Formations et certification pour le transport fluvial de matières dangereuses.....	91
5 Cas d'usage de transport sur la Seine à Paris.....	93
5.1 Contexte réglementaire particulier.....	93
5.2 Contexte d'exploitation.....	93
5.2.1 Description du cas d'usage.....	93
5.2.2 Les temps de navigation.....	96

5.2.3	Echelle de valeurs	99
5.3	Restrictions et Limitations.....	99
5.3.1	Le bateau.....	99
5.3.2	Les restrictions et arrêts de navigation	101
6	Conclusions et recommandations.....	103
7	Annexes	106
	Annexe 1 : Tableau d'exemple de bateaux de marchandises et leurs caractéristiques.....	106
	Annexe 2 : Tableau d'exemple de contenant envisageable pour transporter du CGH₂	108
	Annexe 3 : Extrait de la liste de marchandises dangereuses – ADR 2021.....	113
	Annexe 4 : Extrait de la liste des marchandises dangereuses Tableau A – ADN 2021	114
	Annexe 5 : Modèles et règles d'étiquetage selon l'ADR et l'ADN.....	115
	Annexe 6 : Extrait du tableau d'instructions d'emballage particulières pour le CGH₂ – ADR 2021.....	116
	Annexe 7 : Hauteurs d'eau de la Seine, nombres de jours de crue et d'arrêt de navigation entre 2016 et 2022	117

Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemples de tarifs indicatifs retrouvés sur divers sites internet	28
Tableau 2 : Exemple de pressions admissibles dans une citerne de bateau gazier selon la nature du gaz et la température	29
Tableau 3 : Capacités moyennes des bateaux en GNR, selon leur longueur	31
Tableau 4 : Illustrations résultantes du Scénario 1.....	43
Tableau 5 : Illustrations résultantes du Scénario 2.....	48
Tableau 6 : Illustrations résultantes du Scénario 3.....	52
Tableau 7 : Scénario 1 et réglementations associées.....	55
Tableau 8 : Scénario 2 et réglementations associées.....	58
Tableau 9 : Scénario 3 et réglementations associées.....	60
Tableau 10 : Scénario 4 et réglementations associées.....	62
Tableau 11 : Synthèse des quantités de CGH ₂ maximales transportables selon les configurations.....	63
Tableau 12 : Récapitulatif des responsabilités des intervenants	71
Tableau 13 : Dimensions maximales autorisées sur la Seine.....	100
Tableau 14 : Recensement des jours de crues et d'arrêt de navigation à Paris entre 2016 et 2022	102
Tableau 15 : Synthèse des typologies de transport envisagées en fonction de la maturité de la logistique du CGH ₂	104

Liste des figures

Figure 1 : Schématisation des zones fluvio-maritimes.....	14
Figure 2 : Carte des principaux bassins fluviaux français	15
Figure 3 : Carte des voies navigables à grand gabarit.....	16
Figure 4 : Illustrations d'automoteurs fluviaux	18
Figure 5 : Illustrations de pousseurs fluviaux.....	20
Figure 6 : Illustrations de convois fluviaux	21
Figure 7 : Représentation de la typologie des contenants.....	26
Figure 8 : Photographie d'un porte-conteneurs Reach-Stacker en opération sur un bateau	27
Figure 9 : Cartographie des intervenants dans la chaîne logistique de transport de marchandises dangereuses	32
Figure 10 : Cartographie des principaux ensembles réglementaires applicables au CGH ₂	38
Figure 11 : Diagramme de transport et distribution de CGH ₂	40
Figure 12 : Exemple d'une vue en coupe de la conception d'un bateau citerne de type G double coque	65
Figure 13 : Exemple d'une vue en coupe de la cale d'un bateau cargaison sèche simple coque.....	66
Figure 14 : Exemple d'une vue en coupe de la cale d'un bateau cargaison sèche double coque.....	67
Figure 15 : Éléments constitutifs d'un colis CGH ₂ , et masse brute transportée	68
Figure 16 : Exemple de document de transport pour le CGH ₂	74
Figure 17 : Marques sur grands emballages	76
Figure 18 : Récipient à pression rechargeable CGH ₂	77
Figure 20 : Type de flèche d'orientation	77
Figure 20 : Etiquettes emballage colis.....	78
Figure 21 : Etiquette de danger gaz inflammable UN 1049.....	79
Figure 22 : Etiquette de danger présence de gaz sous pression.....	80
Figure 23 : Signalétique orange pour les unités transportant du CGH ₂	80

Figure 24 : Signalisation d'un conteneur pour lequel au moins une face avant ou arrière est visible durant le transport	81
Figure 25 : Signalisation d'un conteneur pour lequel les faces avant et arrière sont susceptibles d'être masquées durant le transport.....	82
Figure 26 : Schéma de positionnement d'un cône bleu de signalisation	85
Figure 27 : Exemple de certificat de conseiller à la sécurité ADR et ADN (hors marchandises classes 1, 2 et 7)	92
Figure 28 : Cartographie des emplacements pour le cas d'usage à Paris	94
Figure 29 : Implantation du site de production à Vitry-sur-Seine	94
Figure 30 : Cartographie des 35 ponts parisiens	100

Liste des abréviations

ADN	Accord européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures
ADR	Accord relatif au transport international de marchandises dangereuses par route
AMPG	Arrêtés Ministériels de Prescriptions Générales
ATEX	Atmosphère Explosive
BMP	Basse et Moyenne Pression
CGEM	Conteneur à Gaz à Éléments Multiples
CGH2	Compressed Gaz Hydrogen – Hydrogène gazeux comprimé
DESP	Directive Européenne Équipements Sous Pression
DESPT	Directive Européenne Équipements Sous Pression Transportables
DGITM	Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
ERP	Établissements Recevant du Public
ES-TRIN	Standard européen établissant les prescriptions techniques des bateaux de navigation intérieure
EVP	Équivalent Vingt Pieds : unité approximative de mesure basée sur le volume d'un conteneur de 20 pieds
FDS	Fiche de Données de Sécurité
GNR	Gazole Non Routier
GRV	Grand Récipient pour Vrac
H2	Dihydrogène
HAZOP	HAZard OPerability (méthode d'analyse de risques)
HP	Haute Pression
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IMDG	Code maritime international des marchandises dangereuses
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LSE	Limite Supérieure d'Explosivité

LOHC	Liquid Organic Hydrogen Carriers (porteurs d'hydrogène organique liquide)
MEMU	Unité mobile de fabrication d'explosifs
MW	Mégawatt
OTIF	Organisation Intergouvernementale pour les Transports Internationaux ferroviaires
QUP	Quai à Usage Partagé
RGP	Règlements Général de Police
RGPN	Règlement Générale de Police de la Navigation Intérieure
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses, dit règlement RID, de l'OTIF
RPP	Règlements Particuliers de Police
TMD	Transport de Marchandises Dangereuses
VNF	Voies Navigables de France

1 Résumé

Le secteur fluvial est méconnu du grand public en France, pourtant ses 8 500 km de voies navigables constituent le plus important réseau d'Europe. Ce mode de transport permet le déplacement de tonnages importants de marchandises avec de faibles besoins en énergie, mais avec des temps de navigation importants, au regard du transport routier. Dans certains secteurs urbains à forte densité, le fluvial peut également permettre de se soustraire à la congestion des réseaux routiers, ainsi qu'aux contraintes d'accès pour des porteurs lourds et aux risques inhérents à la proximité de voies piétonnes et accès publics.

L'approche multimodale entre le routier et le fluviale doit permettre de bénéficier des avantages des deux secteurs que ce soit pour les opérations liées aux infrastructures terrestres ou pour l'avitaillement des bateaux fluviaux en hydrogène dans le cadre du projet « H2Ships » intégré au programme européen INTERREG.

Selon les pratiques actuelles et les moyens existants, ce document a permis d'établir un recensement des scénarios de transport fluvial de CGH2 envisageables. Chacune des possibilités possède des intérêts et des limites, qu'elles soient réglementaires ou d'exploitation. De nombreux types de bateaux, barges ainsi que moyens de stockages peuvent permettre d'adapter des scénarios en fonction de la maturité et des besoins de la logistique hydrogène.

Les prescriptions dimensionnantes ou restrictives ont guidé la trame de ce rapport pour éliminer ou valider les solutions présentées. Les obligations d'étiquetage, les rôles des acteurs comme les prescriptions déterminantes sont étudiées tout d'abord étudiée d'un point de vue général, Européen, pour ensuite examiner les implications plus locales, au travers des cas d'usages définis.

Pour un déploiement à court, moyen terme, les critères offrant le plus de flexibilités dans une approche multimodale et pour une augmentation progressive des flux ont été retenus. La filière doit rester rentable. L'utilisation de conteneur 20 pieds multi bouteilles ainsi que des bateaux à cargaison sèche pourrait permettre de s'adapter le plus facilement aux différentes évolutions futures et aussi mutualiser ce transport avec d'autres marchandises.

Deux types de distributions sont alors envisagée, par manutention de contenant appelé « transbordement » ou par transfert de produits d'un contenant vers un réservoir, « l'avitaillement ».

Un intérêt annexe au transport fluvial est également ressorti de cette étude, à savoir, l'utilisation de barges comme espaces de stockage tampon pouvant être déplacées selon les opportunités.

2 Introduction

En vue d'atteindre les objectifs nationaux visant à réduire au maximum les émissions de CO₂, les solutions de carburant durable doivent être étudiées et déployées.

Le projet européen Interreg Nord-Ouest H2SHIPS vise à démontrer la faisabilité technique et économique du soutage et de la propulsion d'hydrogène pour le transport naval. H2SHIPS identifie également les conditions de la réussite de l'entrée sur le marché de cette nouvelle technologie. Le consortium H2SHIPS est coordonné par EIFER et rassemble 13 partenaires en provenance de 5 pays différents, notamment Hynamics, la nouvelle filiale d'EDF spécialisée dans l'hydrogène.

Le fleuve est un vecteur naturel et historique des marchandises au travers les pays et les villes. Aujourd'hui, dans les zones urbaines saturées, notamment à Paris, l'exploitation du réseau fluvial peut aider à la décongestion des routes tout en massifiant les quantités.

Cette étude Hynamics a pour objectif d'étudier, sur le bief parisien, l'exploitation d'un bateau transportant des colis de dihydrogène gazeux. L'exploitation comprend le cycle de vie de l'activité du bateau, le stockage, le chargement, le transport et les flux de distribution vers les usages identifiés.

3 Histoire de l'art, le secteur fluvial

3.1 Contexte

3.1.1 Principaux secteurs fluviaux

Les 8 500 km de voies d'eau navigables françaises sont constitués de rivières navigables de manière naturelle ou grâce à des aménagements (dragages, barrages, écluses) et de canaux artificiels.

4 100 km de ces voies fluviales permettent le transport de marchandises parmi lesquelles 2 000 km de voies sont à grand gabarit, autorisant le passage des navires de plus de 1 000 t (voir figures 1 et 2). Ces voies à grand gabarit assurent 80 % du trafic fluvial de marchandises.

Le transport fluvial est particulièrement actif sur les bassins de la Seine, du Rhône, du Rhin, de la Moselle et sur l'axe Dunkerque-Escaut.

Bien que ces bassins soient reliés entre eux par des canaux ou rivières, ces derniers ne permettent de faire passer que des navires à petit gabarit.

- **Bassin Seine & Nord**

Le bassin de la Seine est centré sur un axe à grand gabarit qui suit le cours de la Seine, du Havre jusqu'à Montereau, à la confluence de l'Yonne et de la Seine. Le bassin de la Seine inclut également l'Oise aval.

Ce bassin relie deux ports importants, Le Havre et Rouen, à l'Île-de-France, région de production céréalière de premier plan et zone de consommation importante.

Plus de 50% du trafic fluvial de marchandises en France y est concentré.

Le bassin Nord-Pas-de-Calais regroupe un ensemble de canaux autour du canal Dunkerque-Escaut à grand gabarit.

Le canal Seine-Nord Europe, voie à grand gabarit en construction, prévoit de relier le bassin de la Seine au réseau fluvial du Nord. Il permettra une continuité fluviale allant de l'estuaire de la Seine jusqu'à la Belgique (Gand, Anvers, Ostende) et les grands ports d'Europe du Nord.

- **Bassin Rhône - Saône**

Le bassin Rhône- Saône comprend essentiellement ces deux fleuves qui se rejoignent à Lyon et constituent 625 km de voies à grand gabarit entre Pagny et Fos-

sur-Mer en passant par Chalon-sur-Saône, Mâcon, Villefranche-Sur-Saône, Lyon, Valence, Avignon et Arles.

Le Rhône étant caractérisé par un très fort débit, la manœuvrabilité des bateaux en est affectée et y naviguer nécessite une puissance de motorisation adaptée.

Le canal du Rhône au Rhin assure une continuité fluviale jusqu'au Rhin mais n'est pas aménagée en voie à grand gabarit.

- **Bassin Nord-Est & Rhin**

Ce bassin comprend essentiellement la partie du Rhin située en territoire français. Reliant Rotterdam, premier port maritime européen, cette artère maîtresse du réseau européen voit passer un important trafic de transit mais dessert également des ports fluviaux importants dont Strasbourg, Mulhouse et Bâle en amont.

Le Rhin est un fleuve non dragué et sa navigation y est compliquée. Les permis de navigation y sont délivrés par portions de fleuve.

Des épisodes de sécheresse affectent le débit du Rhin et restreignent la navigation. Seuls les bateaux qui ont un moindre tirant d'eau peuvent continuer à circuler, avec une charge réduite, augmentant les coûts de fret.

La Moselle, aménagée en voie fluviale à grand gabarit sur 150 km, permet au bassin industriel lorrain d'avoir un accès direct à la mer du Nord, au réseau nord européen et aux grands ports maritimes d'Anvers et de Rotterdam, via le Rhin qu'elle rejoint à Coblenze en Allemagne. Les principaux ports fluviaux français sur la Moselle sont Nancy, Metz et Thionville.

- **Zones fluvio-maritimes**

La limite transversale de la mer est une ligne qui délimite les eaux maritimes des eaux fluviales. Cette frontière juridique, définie par le décret du 21 février 1852, implique que l'amont de cette ligne désigne le domaine public fluvial.

Dans les **ports d'estuaire** comme du Rouen ou Nantes – Saint-Nazaire, trois zones se juxtaposent (voir Figure 1 ci-dessous) :

- **Les eaux intérieures**, zone uniquement fluviale en amont du premier obstacle à la navigation maritime pour les navires qui remontent l'estuaire (limite des affaires maritimes). Pour Rouen, c'est ce premier obstacle à la navigation maritime est le pont Jeanne d'Arc ;
- **Les eaux maritimes**, en aval de la limite transversale de la mer ; cette « limite de la mer » est définie dans le cas de la Seine par le décret du

24 février 1869 et dans le cas de la Loire par le décret du 8 novembre 1854 ;

- **Les eaux fluvio-maritimes**, une zone intermédiaire, accessible tant à la navigation maritime qu'à la navigation fluviale, portant selon les textes différentes appellations.

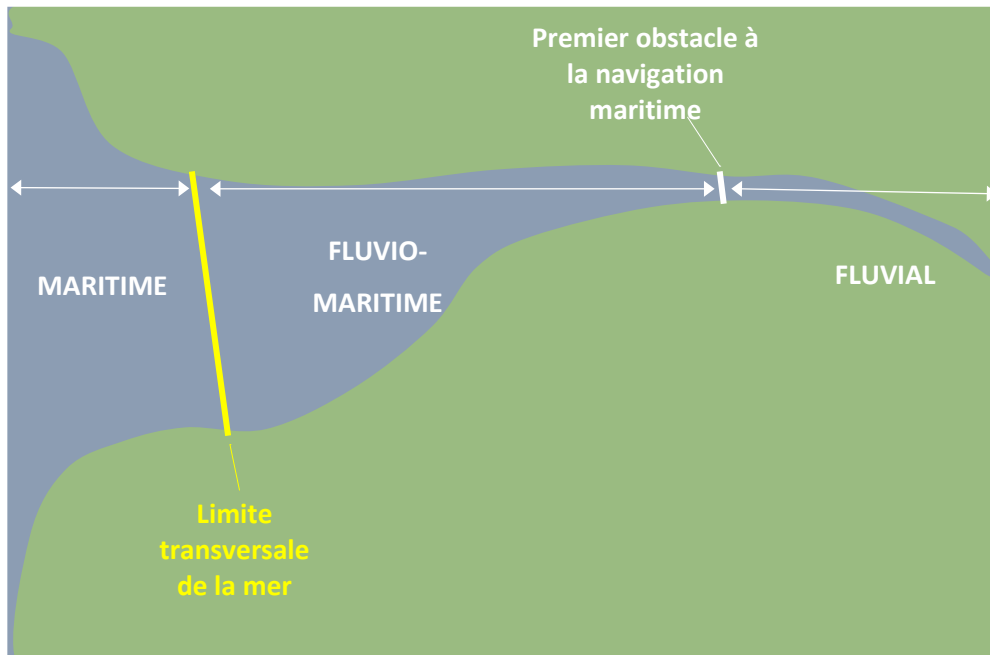


Figure 1 : Schématisation des zones fluvio-maritimes

Les bateaux peuvent naviguer entre le 1er obstacle à la navigation maritime et la limite de la mer ; ils doivent pour ce faire répondre à des dispositions particulières de la réglementation fluviale et leurs capitaines doivent être titulaires d'une qualification reconnue spécifiquement pour la zone, le bassin.

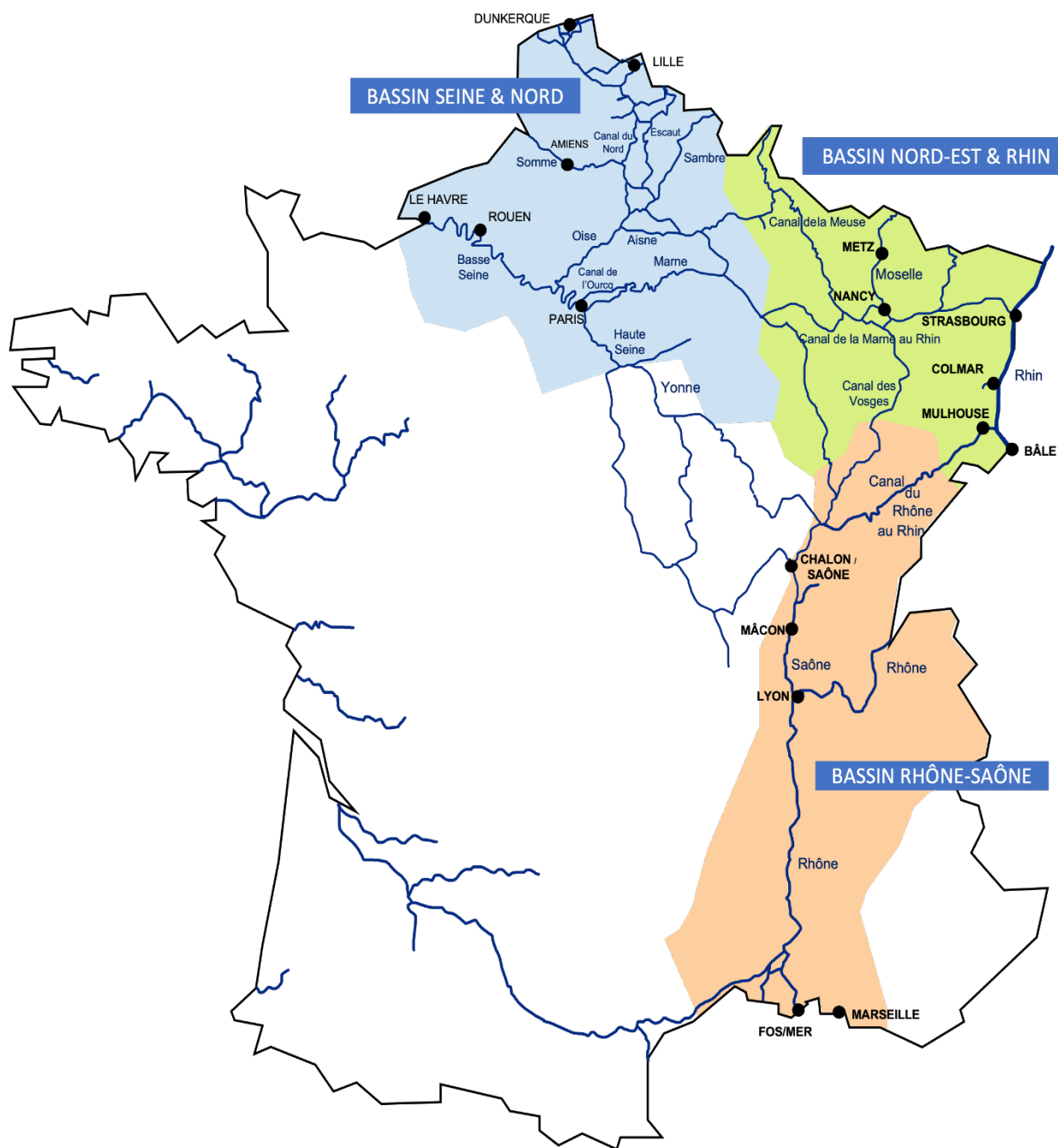


Figure 2 : Carte des principaux bassins fluviaux français

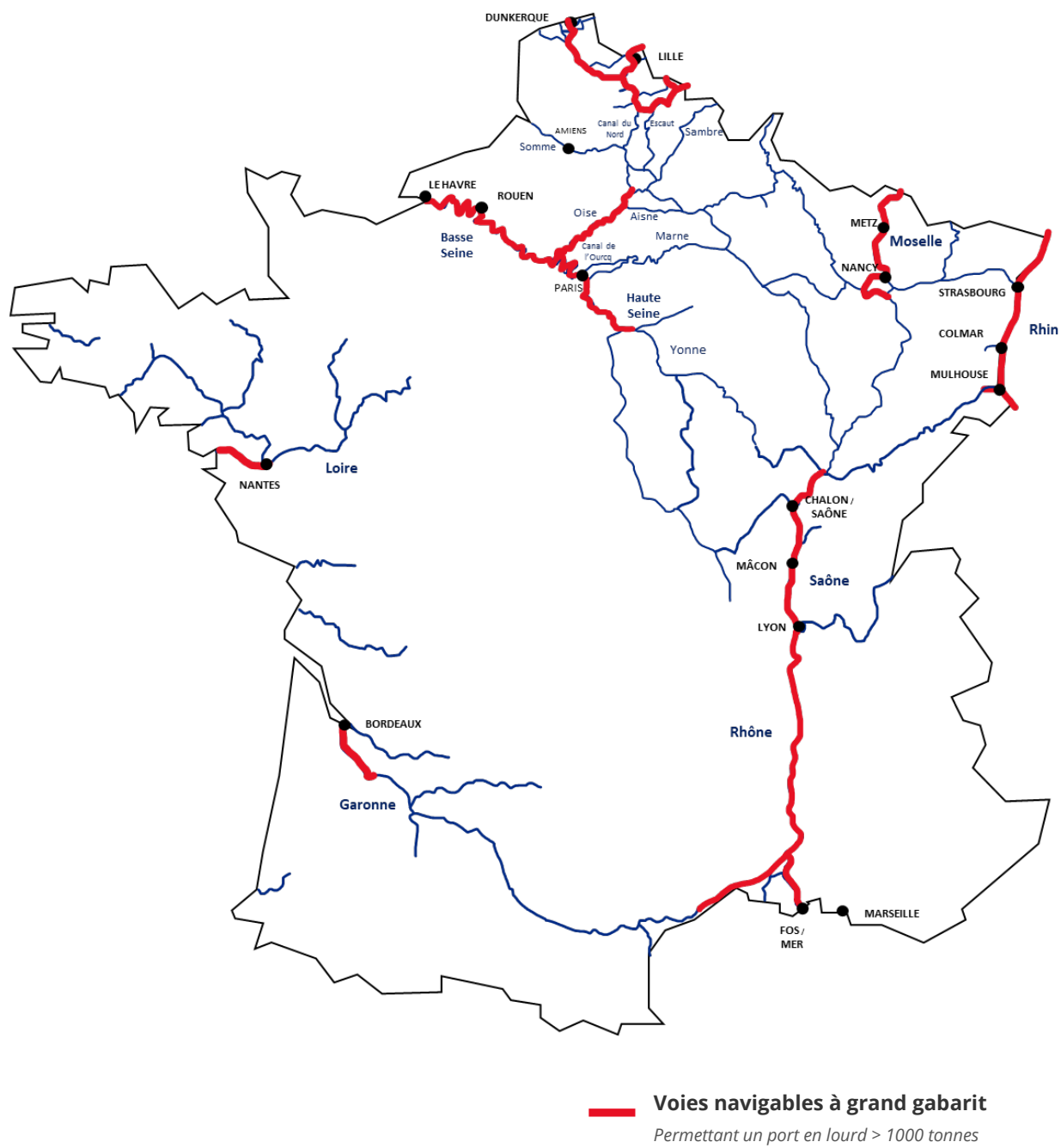


Figure 3 : Carte des voies navigables à grand gabarit

3.1.2 Propriété, gestion et exploitation des voies navigables françaises

De nombreux acteurs nationaux et locaux exercent des compétences différentes sur les voies navigables en France. Parmi eux :

- **VNF** est gestionnaire de la majeure partie des voies navigables de France (6 700 km de voies navigables) sans être propriétaire du domaine public fluvial qu'il gère.
- **La Compagnie Nationale du Rhône** (CNR) exploite le Rhône sur sa partie française sauf dans la traversée de Lyon. L'État lui a confié cette concession d'exploitation jusqu'en 2041.
- **EDF** exploite le Grand canal d'Alsace et des aménagements du Rhin réalisés sur le territoire français. Il s'agit d'une concession de l'État.
- **L'État** est gestionnaire « des cours d'eau, lacs, canaux et plan d'eau non reliés au réseau principal dont la liste est fixée à l'article D. 4314-3 » du Code des Transports.

Cette liste comprend notamment de nombreux fleuves côtiers et leurs affluents ainsi que le lac d'Annecy et la partie française du lac Léman. Au sein de l'État, les voies navigables sont gérées par la DGITM.

- Tout type de **collectivité locale** (région, département, métropole, ou ville) peut être propriétaire et gestionnaire de voies navigables. À leur demande, un transfert de gestion et de propriété est possible via un dispositif de décentralisation.

Ainsi, les collectivités locales suivantes sont, parmi d'autres, propriétaires et gestionnaires de voies navigables :

- La région Bretagne : les canaux de Bretagne dont le canal de Nantes à Brest ;
 - Le département de la Somme : une partie du fleuve côtier Somme ;
 - La métropole de Lille ;
 - La ville de Paris : les canaux de l'Ourcq, Saint-Denis et Saint-Martin.
- **Les ports fluviaux** de Paris et Strasbourg ont le statut de port autonome.
 - **Les ports maritimes** sont propriétaires et gestionnaires de leurs canaux et, selon les cas, gestionnaires d'une section de fleuve navigable attenante. Notamment, le Grand Port Maritime de Marseille est propriétaire de canaux. Quant au Grand Port Maritime de Rouen, il est gestionnaire de la Seine depuis l'aval du Pont Jeanne d'Arc à Rouen jusqu'à la limite transversale à la mer (environ 120 km de linéaire du fleuve).

- **Police de la navigation** : selon le Code des Transports, le règlement général de police (RGP) de la navigation intérieure peut être complété par des règlements particuliers de police (RPP) pris par l'autorité compétente de l'État. Sur les voies navigables françaises, les forces de l'ordre compétentes sont la Gendarmerie et la Police.

3.2 Glossaire du transport fluvial

3.2.1 Typologie des bateaux

Automoteur fluvial : Bateau fluvial équipé d'un moteur pour sa propulsion, et destiné au transport de marchandises.

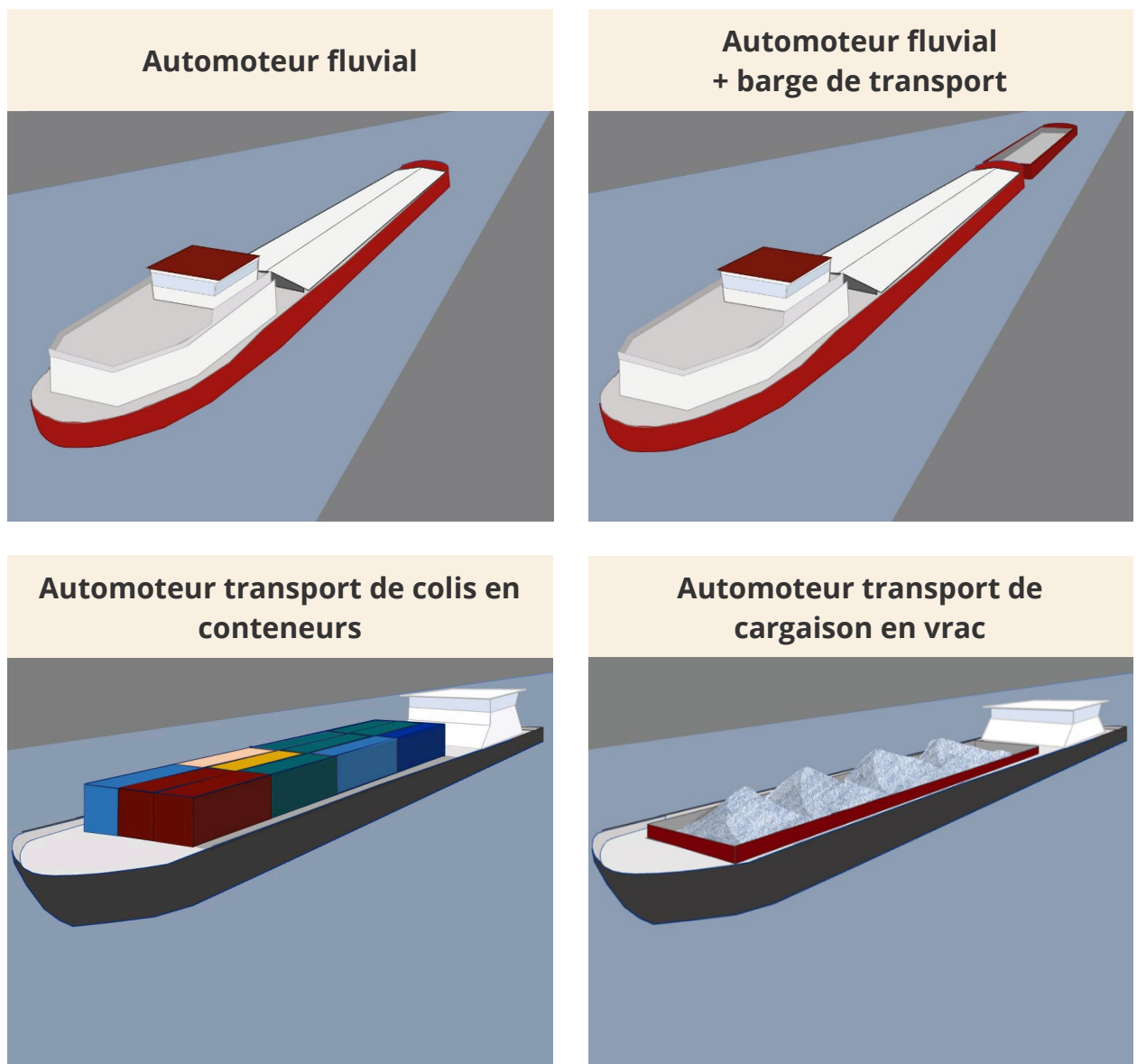


Figure 4 : Illustrations d'automoteurs fluviaux

Barge : Type de bateau à fond plat, dépourvu de moteur, exclusivement porteur, généralement utilisé en convois poussés sur les voies navigables à grand gabarit.

Bateau avitailleur : bateau-citerne, destiné au transport de liquides dans des citernes à cargaison ouverte, construit et aménagé pour le transport et la remise à d'autres bateaux de produits destinés à l'exploitation des bateaux. Un bateau avitailleur est constitué d'une citerne de type N ouvert avec un port en lourd inférieur ou égal à 300 tonnes.

Bateau à cargaison sèche : bateau destiné au transport de matières dans des cales à cargaison

Bateau-citerne : bateau destiné au transport de matières dans des citernes à cargaison.

Bateau de marchandises : Pousseur, remorqueur ou bateau destiné à transporter, manipuler ou stocker des biens.

Convoi fluvial : Ensemble constitué par un bateau pousseur qui pousse et manœuvre un convoi de barges. Celui-ci, amarré à l'arrière du convoi par des câbles en acier serrés par des treuils de forte puissance, se comporte comme une unité complète dont la longueur avoisine les 180 mètres de long sur les voies navigables à grand gabarit.

Plusieurs barges peuvent être associées, en large comme en long, afin de constituer un convoi "séparable".

Engin flottant : Toute construction flottante portant des installations destinées aux travaux sur les eaux intérieures (*selon l'article L.4000-3 du code des transports*).

Établissement flottant : Construction flottante qui n'est pas normalement destinée à être déplacée (*selon l'article L.4000-3 du code des transports*).

Pousseur fluvial : Bateau propulseur équipé pour le poussage de barges en convois. Il peut pousser des convois de 180 m de long, taille maximale pour les écluses européennes à grand gabarit.

Il peut être doté d'une passerelle télescopique s'élevant jusqu'à 14 mètres de hauteur, pour assurer une bonne visibilité lorsque le convoi est chargé de conteneurs.

Pousseur de ligne : Pousseur utilisé pour les trajets de longue distance. Les équipages embarqués s'y relaient par bordées de deux équipes pour assurer une navigation vingt-quatre heures sur vingt-quatre.

Pousseur de manœuvre : Pousseur utilisé pour déplacer des barges dans un périmètre restreint.

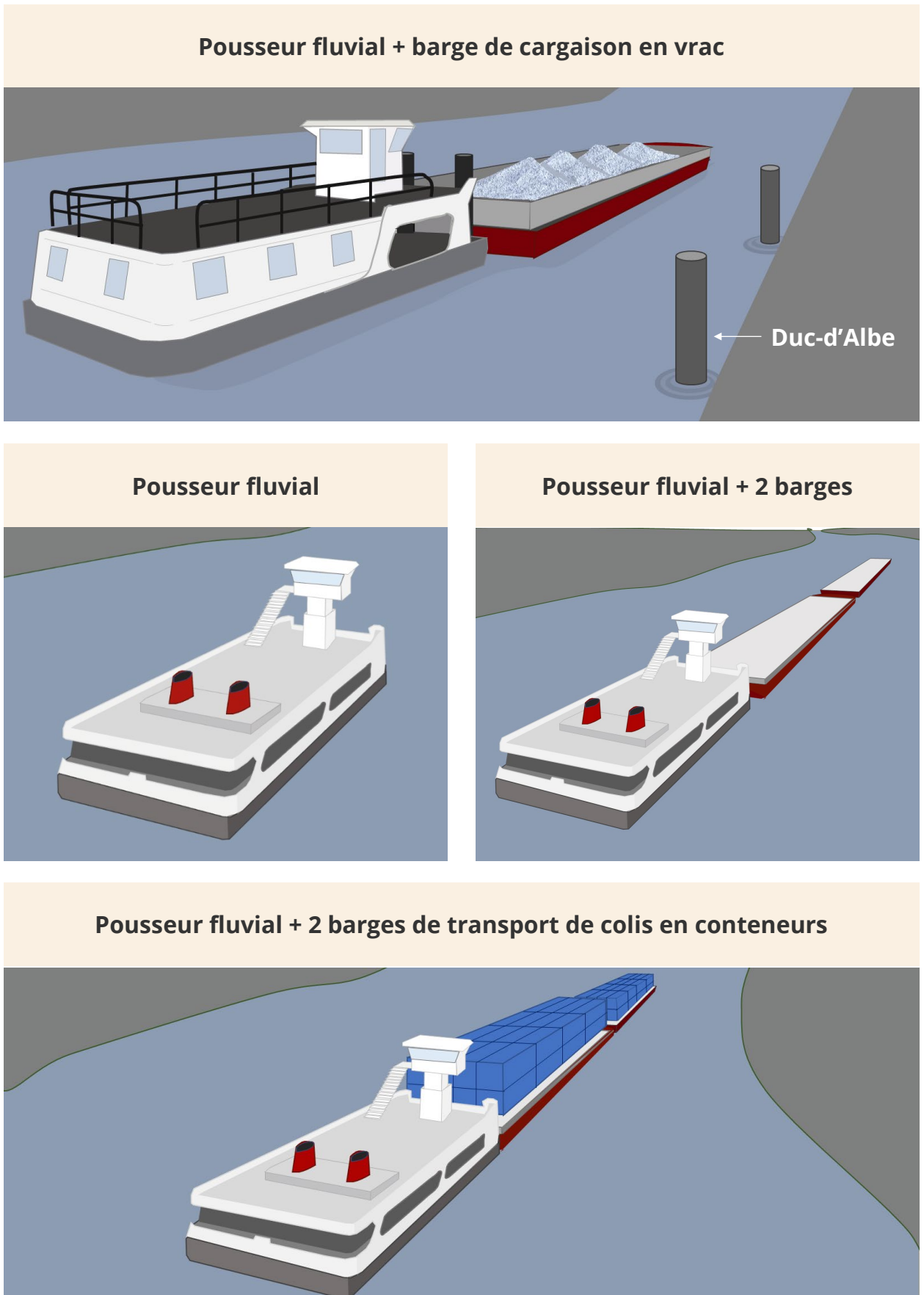


Figure 5 : Illustrations de pousseurs fluviaux

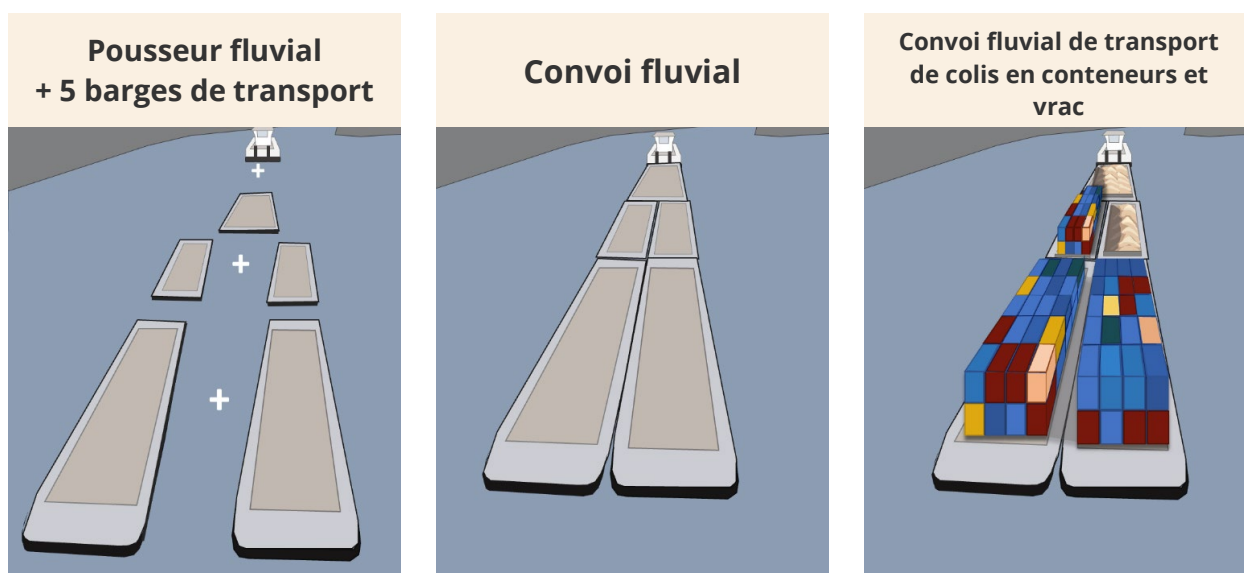


Figure 6 : Illustrations de convois fluviaux

3.2.2 Navigation fluviale

Avalant : Qui va vers l'aval du cours d'eau, qui descend le cours d'eau dans le sens du courant.

Batellerie : Industrie du transport de marchandises par bateaux sur les voies navigables.

Bief : Secteur d'une voie navigable compris entre deux écluses.

Cale : Partie du bateau, couverte ou non par des panneaux d'écouille, limitée à l'avant et à l'arrière par des cloisons et destinée à recevoir des marchandises en colis ou en vrac. La cale est limitée vers le haut par le bord supérieur de l'hiloire du panneau d'écouille. La cargaison se trouvant au-delà de l'hiloire du panneau d'écouille est considérée comme chargée sur le pont.

Duc d'Albe : Pieu ou faisceau de pieux émergeant, planté dans le fond d'un bassin ou d'un cours d'eau, sur lequel un bateau peut s'amarrer ou s'appuyer.

Écluse : Ouvrage d'art hydraulique implanté dans un canal ou un cours d'eau pour le rendre navigable et permettre aux bateaux de franchir des dénivellations.

Écouille : Ouverture rectangulaire dans le pont d'un bateau, destinée au passage ou au chargement ou déchargement des marchandises et provisions de bord.

Enfoncement : L'effet d'enfoncement du bateau résulte d'effets hydrodynamiques liés à la vitesse d'écoulement de l'eau sous le bateau, et génère un tirant d'eau plus élevé lors de la navigation par rapport à un bateau à l'arrêt. L'enfoncement est accentué lorsqu'il y a moins d'eau sous le bateau et lorsqu'il navigue plus vite.

Élingue : Accessoire de levage souple en cordage ou sangle, en câble métallique ou chaîne. Ses extrémités de type maille, crochet, anneau ou manille, permettent la fixation de l'élingue entre la charge à lever et l'appareil de levage. Les barges d'un convoi sont arrimées entre elles par des élingues.

Étiage : Débit minimal d'un cours d'eau.

Montant : Qui va vers l'amont du cours d'eau, qui remonte le cours d'eau dans le sens opposé au courant.

Port en lourd : Capacité de chargement maximale d'un bateau, comprenant la cargaison, le carburant, l'eau douce, l'eau de ballastage, les provisions, les passagers et l'équipage. La somme du port en lourd et de la masse à vide du bateau correspond au déplacement maximal.

Poussage : Technique de transport fluvial qui consiste à solidariser plusieurs barges entre elles et au bateau qui les propulse, le pousseur. L'ensemble se comporte et se pilote comme un seul bateau.

Timonerie : Partie du bateau qui abrite les appareils de navigation.

Tirant d'air : Hauteur maximale des superstructures ou des mâts d'un bateau, au-dessus de la ligne de flottaison.

Désigne aussi la hauteur libre permettant le passage des bateaux sous les ponts fluviaux et les lignes à haute tension, variable suivant les crues.

Tirant d'eau : Hauteur de la partie immergée du bateau qui varie en fonction de la charge transportée. Il correspond à la distance verticale entre la flottaison et le point le plus bas de la coque.

Tonne-kilomètre : unité de performance de transport qui représente le volume de marchandises transportées multiplié par la distance de transport.

3.2.3 Métiers du fluvial

Capitaine de navigation fluviale : responsable d'un navire de transport de marchandises ou de passagers, opérant dans les eaux fluviales. Il assure la conduite et la manœuvre du navire et a autorité sur les membres du personnel technique et de l'équipage.

Matelot timonier : membre d'équipage sous la direction du capitaine, prenant part aux opérations de bord : manœuvres d'amarrage et de guidage, chargement et déchargement de la cargaison, tâches courantes d'entretien et de nettoyage du bateau.

3.2.4 Contenants et éléments

Bouteille : récipient à pression transportable, d'une capacité en eau ne dépassant pas 150 litres, *selon l'ADR*.

Cadre de bouteilles : ensemble de bouteilles attachées entre elles et reliées par un tuyau collecteur et transportées en tant qu'ensemble indissociable. La contenance totale en eau ne doit pas dépasser 3000 litres, *selon l'ADR*.

Citerne : réservoir muni de ses équipements de service et de structure. Lorsque le mot est employé seul, il couvre les conteneurs-citernes, citernes mobiles, citernes démontables et citernes fixes ainsi que les citernes qui constituent des éléments de véhicules-batterie ou de CGEM, *selon l'ADR*.

Citerne fixe : citerne d'une capacité supérieure à 1000 litres fixée à demeure sur un véhicule (qui devient alors un véhicule-citerne) ou faisant partie intégrante du châssis d'un tel véhicule, *selon l'ADR*.

Colis : produit final de l'opération d'emballage prêt pour l'expédition, constitué par l'emballage, le grand emballage ou le grand récipient pour vrac (GRV) lui-même avec son contenu. Le terme comprend les récipients à gaz ainsi que les objets qui, par leur taille, masse ou configuration, peuvent être transportés non emballés ou dans des berceaux, harasses ou des dispositifs de manutention. Le terme ne s'applique pas aux marchandises transportées en vrac ni aux matières transportées en citerne, *selon l'ADR*.

Conteneur : *selon l'ADR*, engin de transport (cadre ou autre engin analogue)

- Ayant un caractère permanent et étant de ce fait suffisamment résistant pour permettre son usage répété ;
- Spécialement conçu pour faciliter le transport de marchandises, sans rupture de charge, par un ou plusieurs modes de transport ;
- Muni de dispositifs facilitant l'arrimage et la manutention, notamment lors de son transbordement d'un moyen de transport à un autre ;
- Conçu de façon à faciliter le remplissage et la vidange ;
- D'un volume intérieur d'au moins 1 m³, à l'exception des conteneurs pour le transport de matières radioactives.

Conteneur fermé : conteneur totalement fermé, ayant un toit rigide, des parois latérales rigides, des parois d'extrémité rigides et un plancher. Le terme englobe les conteneurs à toit ouvrant pour autant que le toit soit fermé pendant le transport, *selon l'ADR*.

Conteneur ouvert : conteneur à toit ouvert ou conteneur de type plate-forme, *selon l'ADR*.

Conteneur bâché : conteneur ouvert muni d'une bâche pour protéger la marchandise chargée, *selon l'ADR*.

Conteneur-citerne : conteneur comprenant un réservoir et des équipements, y compris les équipements permettant les déplacements du conteneur-citerne sans changement notable d'assiette, utilisé pour le transport de matières gazeuses, liquides, pulvérulents ou granulaires et ayant une capacité supérieure à 0,45 m³ (450 litres), lorsqu'il est destiné au transport de gaz, *selon l'ADR*.

Conteneur à gaz à éléments multiples (CGEM) : engin de transport comprenant des éléments qui sont reliés entre eux par un tuyau collecteur et montés dans un cadre. Les éléments suivants sont considérés comme des éléments d'un conteneur à gaz à éléments multiples : les bouteilles, les tubes, les fûts à pression et les cadres de bouteilles, ainsi que les citernes d'une capacité supérieure à 450 litres pour les gaz.1.1, *selon l'ADR*.

Conteneur pour vrac : *selon l'ADR*, enceinte de rétention (y compris toute doublure ou revêtement) destinée au transport de matières solides qui sont directement en contact avec l'enceinte de rétention. Le terme ne comprend pas les emballages, les grands récipients pour vrac (GRV), les grands emballages ni les citernes.

Les conteneurs pour vrac sont :

- De caractère permanent et étant de ce fait suffisamment résistants pour permettre un usage répété ;
- Spécialement conçus pour faciliter le transport de marchandises sans rupture de charge par un ou plusieurs moyens de transport ;
- Munis de dispositifs les rendant faciles à manutentionner ;
- D'une capacité d'au moins 1,0 m³.

Les conteneurs pour vrac peuvent être, par exemple, des conteneurs, des conteneurs pour vrac offshore, des bennes, des bacs pour vrac, des caisses mobiles, des conteneurs trémie, des conteneurs à rouleaux, des compartiments de charge de véhicules ;

Doublure : gaine tubulaire ou sac placé à l'intérieur mais ne faisant pas partie intégrante d'un emballage, y compris d'un grand emballage ou d'un GRV, y compris les moyens d'obturation de ses ouvertures.

Engin de transport : véhicule, wagon, conteneur, conteneur-citerne, citerne mobile ou CGEM ;

Emballage : un ou plusieurs récipients et tous les autres éléments ou matériaux nécessaires pour permettre aux récipients de remplir leur fonction de rétention et toute autre fonction de sécurité (voir aussi « *Grand emballage* » et « *Grand récipient pour vrac* » (GRV)), *selon l'ADR*.

Équivalent Vingt Pieds (EVP) : unité de mesure servant à exprimer une capacité de chargement pour le transport en conteneurs, basée sur le volume d'un conteneur intermodal de 20 pieds de long (6,1 mètres).

On l'utilise pour simplifier le calcul du volume de conteneurs dans un terminal ou sur un navire. C'est un caisson métallique de taille standardisée qui peut être transféré entre différents modes de transport comme les navires, barges ou trains. Un conteneur est caractérisé par sa longueur ; les plus communs sont les 20 pieds (6,1 mètres) équivalents à 1 EVP et les 40 pieds (12 mètres) équivalents à 2 EVP.

Grand emballage : selon l'ADR, emballage qui consiste en un emballage extérieur contenant des objets ou des emballages intérieurs et qui :

- A) Est conçu pour une manutention mécanique ;
- B) A une masse nette supérieure à 400 kg ou une contenance supérieure à 450 litres, mais dont le volume ne dépasse pas 3 m³ ;

Gaz : selon l'ADR, le titre de la classe 2 couvre les gaz purs, les mélanges de gaz, les mélanges d'un ou plusieurs gaz avec une ou plusieurs autres matières et les objets contenant de telles matières.

Par gaz, on entend une matière qui :

- A) À 50°C, a une pression de vapeur supérieure à 300 kPa (3 bar) ; ou
- B) Est complètement gazeuse à 20°C à la pression standard de 101,3 kPa.

Masse d'un colis : sauf indication contraire, masse brute du colis. La masse des conteneurs et des citernes utilisées pour le transport des marchandises n'est pas comprise dans les masses brutes.

Réservoir : (pour les citernes), la partie de la citerne qui contient la matière à transporter, y compris les ouvertures et leurs moyens d'obturation, mais à l'exclusion de l'équipement de service et de l'équipement de structure extérieur.

Transport : changement de lieu des marchandises dangereuses, y compris les arrêts nécessités par les conditions de transport et y compris le séjour des marchandises dangereuses dans les véhicules, citernes et conteneurs nécessités par les conditions de trafic avant, pendant et après le changement de lieu.

La présente définition englobe également le séjour temporaire intermédiaire des marchandises dangereuses aux fins de changement de mode ou de moyen de transport (transbordement). Cela s'applique à condition que les documents de transport desquels ressortent le lieu d'envoi et le lieu de réception soient présentés sur demande et à condition que les colis et les citernes ne soient pas ouverts pendant le séjour intermédiaire, excepté aux fins de contrôle par les autorités compétentes.

Transport en vrac : transport de matière solide sans emballage, pouvant être déversée.

Au sens de l'ADN, le transport en vrac visé dans l'ADR ou dans le RID est considéré comme transport en colis.

Tuyau flexible : tout produit flexible, tubulaire et semi-fini en élastomère, en résine thermoplastique ou en acier inoxydable, comprenant un ou plusieurs revêtements et des garnitures.

Tuyauterie de chargement et de déchargement (tuyauteries à cargaison) : toutes les tuyauteries dans lesquelles peut se retrouver la cargaison liquide ou gazeuse, y compris les tuyauteries rigides, flexibles, pompes, filtres et dispositifs de fermeture correspondants.

Tuyauterie flexible : tout tuyaux flexible rattaché à ses deux extrémités, notamment au moyen de soudures, à des raccords de tuyaux. Les raccords de tuyaux doivent être assemblés de manière qu'ils ne puissent être desserrés qu'à l'aide d'un outil.

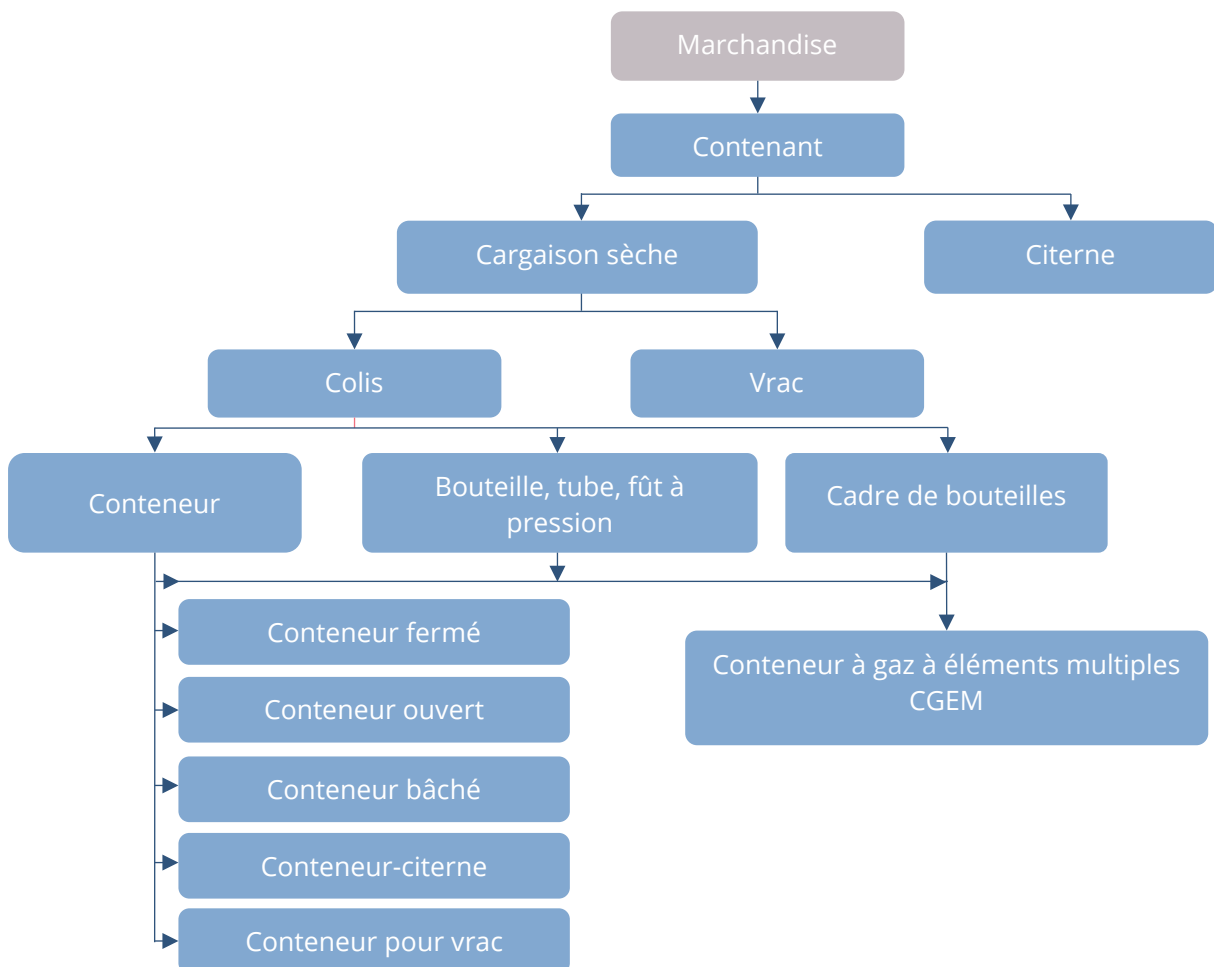


Figure 7 : Représentation de la typologie des contenants

3.2.5 Echelle de valeurs indicatives

3.2.5.1 Achat de bateau et engins de manutention

Les bateaux fluviaux neufs n'étant pas construits à la chaîne, chaque bateau neuf possède ses spécificités le rendant « unique ». Il est donc extrêmement complexe de donner un tarif pour la construction d'un bateau neuf. Ces données sont accessibles selon le chantier après études des critères.

En France, la construction de bateaux fluviaux neufs est peu répandue, la majeure partie des acquisitions sont des bateaux d'occasion provenant des marchés belges ou néerlandais. Le site <https://www.gtsschepen.nl/> sur lequel sont publiés des offres de bateaux fluviaux d'occasion, en fonction du type d'usage (pousseur, barge etc...) permet d'avoir une idée du marché de bateaux de commerce d'occasion.

Les Reach-Stackers (voir Figure 8 ci-dessous) sont des engins permettant la manutention de conteneurs sur le quai mais aussi les opérations de chargement et déchargement. Les Reach-Stackers possèdent un bras articulé pour le levage des conteneurs. Une attention particulière doit être portée selon l'opération requise, ce porte-conteneurs peut être à levage positif pour permettre la manutention en hauteur ou à levage négatif pour les opérations en contre bas. Typiquement, pour pouvoir charger et décharger des barges de transport fluviale, un Reach-Stacker à levage négatif est requis afin de réaliser les opérations.



Figure 8 : Photographie d'un porte-conteneurs Reach-Stacker en opération sur un bateau

Tableau 1 : Exemples de tarifs indicatifs retrouvés sur divers sites internet

Description	Etat	Fourchette de prix <i>*M signifie million</i>
Bateaux		
Avitailleur double coque	Neuf	1 M€ à 2 M€
Avitailleur double coque	Occasion	700 k€
Bateau automoteur 110 m	Neuf	4 M€
Bateau automoteur 110 m produit pétrolier	Neuf	7 M€
Bateau automoteur 130 m double coque	Neuf	7 M€ à 10 M€
Barge seule		
Barge 400 t	Occasion	50 k€ – 150 k€
Barge 400 t	Neuf	300 k€ - 500 k€
Engins de manutention		
Chariot porte conteneur Reach-Stacker avec bras articulé à levage négatif	Neuf	500 k€ à 700 k€
Chariot porte conteneur Reach-Stacker avec bras articulé	Neuf	200 k€ – 700 k€
Chariot porte conteneur Reach-Stacker avec bras articulé	Occasion	20 k€ – 200 k€

3.2.5.2 Les pressions admissibles dans un bateau fluvial transportant des gaz

Les réglementations pour le transport de matières dangereuses sous forme gaz par bateau-citerne n'imposent pas de pression maximale dans les cuves. Ces valeurs limites dépendent des pressions d'épreuves établies lors des essais constructeurs et des certifications CE.

A titre d'exemple, le Tableau 2 ci-dessous répertorie des pressions maximales admissibles selon la nature du gaz et la température. Les pressions admissibles dans ce type de gazier ne permettent pas de massifier le transport du d'hydrogène en dépassant les 200 bars de pressions.

Afin de savoir s'il est possible de construire une citerne accueillant des hautes pressions, une étude de faisabilité devra être établie avec des chantier naval.

A titre de comparaison, pour les gaziers maritimes transportant du GNL (Gaz Naturel Liquéfié), la pression n'est pas augmentée pour le transport mais reste à pression atmosphérique, c'est la température qui est refroidie à -162°C . L'hydrogène passant à l'état liquide à -253°C , l'énergie nécessaire au refroidissement et au maintien de la température serait bien plus conséquente (environ 30% de l'énergie disponible dans l'hydrogène transporté).

Tableau 2 : Exemple de pressions admissibles dans une citerne de bateau gazier selon la nature du gaz et la température

Nature du gaz	Température (°C)	Pression maximale admissible (bars)
Butadiène 1,3 Formule : C_4H_6 Point d'ébullition : -4°C Limites d'explosion dans l'air : 1,6 à 16,5 %	-10	0,81
	0	0,99
	+10	1,71
	+30	3,25
	+50	5,67
Propane Formule : C_3H_8 Point d'ébullition : -42°C Limites d'explosion dans l'air : 2 à 9,5 %	-10	3,45
	0	4,74
	+10	6,36
	+30	10,78
	+50	17,14

Propylène ou propène Formule : C_3H_6 Point d'ébullition : $-48^{\circ}C$ Limites d'explosion dans l'air : 2 à 11,1 %	-10	4,28
	0	5,83
	+10	7,78
	+30	13,09
	+50	20,56
Butane Formule : C_4H_{10} Point d'ébullition : $-0,5^{\circ}C$ Limites d'explosion dans l'air : 1,1 à 8,5 %	-10	0,70
	0	1,03
	+10	1,48
	+30	2,83
	+50	4,93

3.2.5.3 Capacités moyennes des bateaux en carburant

Le Tableau 3 ci-dessous permet d'obtenir une indication sur les capacités des bateaux fluviaux en fonction de leurs dimensions. Plus un bateau est grand, plus l'espace alloué à sa cuve sera important. Ces volumes permettent d'estimer l'autonomie d'un bateau en fonction de l'énergie disponible.

Trop de variables étant à prendre en compte, il est extrêmement complexe d'en déduire une autonomie en fonction d'une distance ou d'un temps.

Pour avoir des résultats pertinents, une étude approfondie serait nécessaire car la consommation d'un bateau peut varier en fonction de son chargement, de son trajet de navigation (avalant ou montant, nombre d'arrêts à quai), de la vitesse d'écoulement de la voie d'eau, de l'utilisation des groupes générateurs pour la vie à bord etc...

Le calcul de l'énergie disponible ne tient pas compte du rendement des moteurs et suppose qu'un litre de gazole équivaut à 9kWh.

Tableau 3 : Capacités moyennes des bateaux en GNR, selon leur longueur

Longueur du bateau	Capacité moyenne en carburant GNR ou dérivés	Energie disponible
38 mètres	2 m ³	18 MWh
38 à 80 mètres	10 m ³	90 MWh
80 à 110 mètres	40 m ³	360 MWh
110 mètres	60 m ³	540 MWh

3.3 Les acteurs de la chaîne logistique

Intervenants

Dans un cycle logistique de transport de matières dangereuses, l'ensemble des parties prenantes se voient attribuer un ou plusieurs rôles définis réglementairement.

Chaque entreprise, acteur de cette chaîne, en fonction du ou des rôles, doit supporter des obligations impliquant des responsabilités selon les scénarios de transports envisagés.

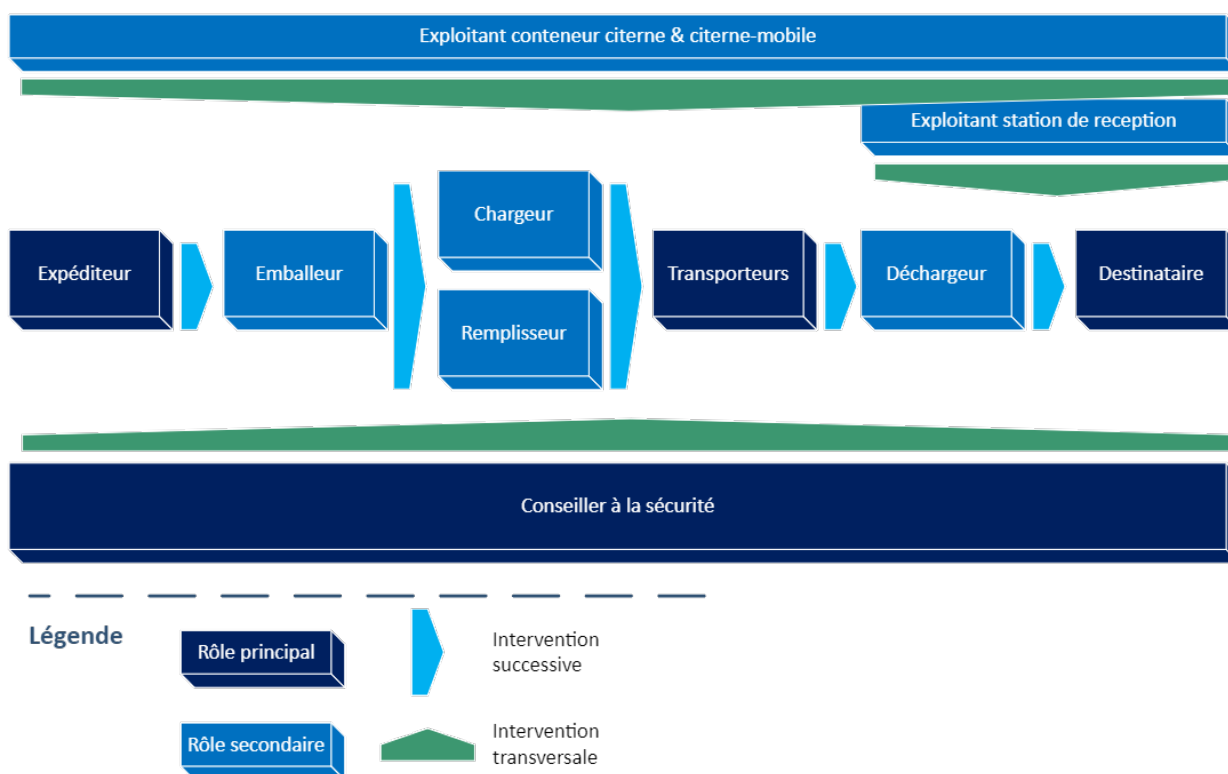


Figure 9 : Cartographie des intervenants dans la chaîne logistique de transport de marchandises dangereuses

Les différents rôles des intervenants présentés dans le schéma ci-dessus sont définis par la réglementation selon quatre rôles principaux :

- L'expéditeur :

L'entreprise qui expédie pour elle-même ou pour un tiers des marchandises dangereuses. Lorsque le transport est effectué sur la base d'un contrat de transport, l'entité juridique identifiée dans ce contrat est considérée comme l'expéditeur. Dans le cas d'un bateau-citerne dont les citernes à cargaison sont vides ou viennent d'être déchargées, le conducteur est réputé être l'expéditeur aux fins des documents de transport.

- Le transporteur :

L'entreprise qui effectue le transport avec ou sans contrat de transport.

- Le destinataire :

Le destinataire selon le contrat de transport. Si le destinataire désigne un tiers conformément aux dispositions applicables au contrat de transport, ce

dernier est considéré comme le destinataire au sens de l'ADN. Si le transport s'effectue sans contrat de transport, l'entreprise qui prend en charge les marchandises dangereuses à l'arrivée doit être considérée comme le destinataire.

- Le conseiller à la sécurité :

Une personne interne ou extérieure aux entreprises impliquées dans la chaîne logistique, qui est chargée d'aider à la prévention des risques inhérents au transport des marchandises dangereuses. Le conseiller à la sécurité doit être identifié auprès des services de l'administration et qualifié selon le mode de transport choisi.

Des rôles plus secondaires, avec souvent moins de responsabilités sont aussi décrits :

- L'emballeur :

L'entreprise qui remplit les marchandises dangereuses dans des emballages, y compris les grands emballages et les grands récipients pour vrac (GRV) et, le cas échéant, prépare les colis aux fins de transport ;

- Le chargeur :

L'entreprise qui :

a) charge les marchandises dangereuses emballées, les petits conteneurs ou les citernes mobiles dans ou sur un moyen de transport ou un conteneur;

ou

b) charge un conteneur, un conteneur pour vrac, un CGEM, un conteneur-citerne ou une citerne mobile sur un moyen de transport;

ou

c) charge un véhicule ou un wagon dans ou sur un bateau.

- Le remplisseur :

L'entreprise :

a) qui remplit les marchandises dangereuses dans une citerne (véhicule-citerne, wagon-citerne, citerne démontable, citerne-amovible, citerne mobile, conteneur-citerne) ou dans un véhicule-batterie, wagon-batterie ou CGEM;

ou

b) qui remplit les marchandises dangereuses dans une citerne à cargaison;

ou

c) qui remplit les marchandises dangereuses dans un bateau, un véhicule, un wagon, un grand conteneur ou petit conteneur pour vrac;

- Le déchargeur :

L'entreprise qui :

a) enlève un conteneur, un conteneur pour vrac, un CGEM, un conteneur-citerne ou une citerne mobile d'un moyen de transport;

ou

b) décharge des marchandises dangereuses emballées, des petits conteneurs ou des citernes mobiles d'un moyen de transport ou d'un conteneur;

ou

c) décharge des marchandises dangereuses d'une citerne à cargaison, un véhicule-citerne, une citerne amovible, une citerne démontable, une citerne mobile ou un conteneur citerne; ou d'un wagon-batterie, un véhicule-batterie, une MEMU ou un CGEM; ou d'un moyen de transport pour le transport en vrac; ou d'un grand conteneur ou d'un petit conteneur pour le transport en vrac ou d'un conteneur pour vrac;

ou

d) enlève un véhicule ou un wagon d'un bateau;

- Exploitant d'un conteneur-citerne ou d'une citerne mobile :

Toute entreprise au nom de laquelle le conteneur-citerne ou la citerne mobile sont exploités ;

- Exploitant de la station de réception :

Toute entreprise au nom de laquelle est exploité une installation fixe ou mobile destinée à recueillir les gaz et les vapeurs pendant le dégazage des

citernes à cargaison vides ou déchargées et des tuyauteries de chargement et de déchargement ;

Pour rappel, une entreprise peut cumuler plusieurs rôles définis ci-dessus.

4 Le transport et la distribution de CGH2 par voie fluviale

4.1 Contexte réglementaire

Code du travail et ATEX

Le code du travail impose aux chefs d'entreprise la maîtrise des risques professionnels induis par l'ensemble des activités.

Cette maîtrise des risques, particulièrement engendrés par la présence d'atmosphères explosives sont couverts au travers de la réglementation dite « ATEX ».

Le classement de zones présentant un risque au regard des explosions est pris en considération dans la réglementation européenne au travers de la Directive 1999/92/CE du Conseil intitulée : « Prescriptions minimales visant à assurer la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'explosion ».

Cette directive est applicable à compter du 1er juillet 2003, et sa transcription dans le droit français fait l'objet des textes suivants :

- Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive ;
- Articles R4227-42 à R4227-54 du Code du Travail ;
- Décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs.

La conception des équipements de travail et des différents composants pour atmosphère explosive sont harmonisés au travers de la directive 2014/34/UE.

Code des transports, ADN-ADR et arrêté TMD

L'article R1252-8 du code des transports transpose l'application des règlements :

- ADN : l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures.
- ADR : l'Accord relatif au transport international des marchandises dangereuses par route.
- Arrêté du 29 mai 2009 modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit « arrêté TMD »).

Code des transports et ES-TRIN

L'arrêté du 5 novembre 2018 relatif aux prescriptions techniques de sécurité applicables aux bateaux et aux engins flottants en navigation intérieure définit les conditions d'application de l'ES-TRIN : Standard européen établissant les prescriptions techniques des bateaux de navigation intérieure.

Code de l'environnement et ICPE

Les installations classées pour la protection de l'environnement sont définies dans le code de l'environnement, article L.511-1 : « sont soumis aux dispositions du présent titre les usines, ateliers, dépôts, chantiers et d'une manière générale, les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publique, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments pour patrimoine archéologique ».

Code de l'environnement et DESP

Les équipements sous pression, ESP (t pour transportables), sont des appareils ou enveloppes, consacrés à la production ou la fabrication, contenant un fluide à une pression relative supérieure à 0,5 bar. Ces équipements présentent un risque important en cas de défaillance ou de perte de confinement.

La Directive Européenne des Équipements Sous Pression (DESP) définit les règles de conception permettant d'encadrer, de maîtriser et d'homogénéiser la fabrication d'un ESP.

L'arrêté ministériel du 20 novembre 2017 concerne le suivi après mise en service de des ESP.

Concernant les ESPt, ils sont régis par les références réglementaires suivantes :

- Code de l'environnement articles R557-11-1 à 8 - Section 11 : Conformité des équipements sous pression transportables.

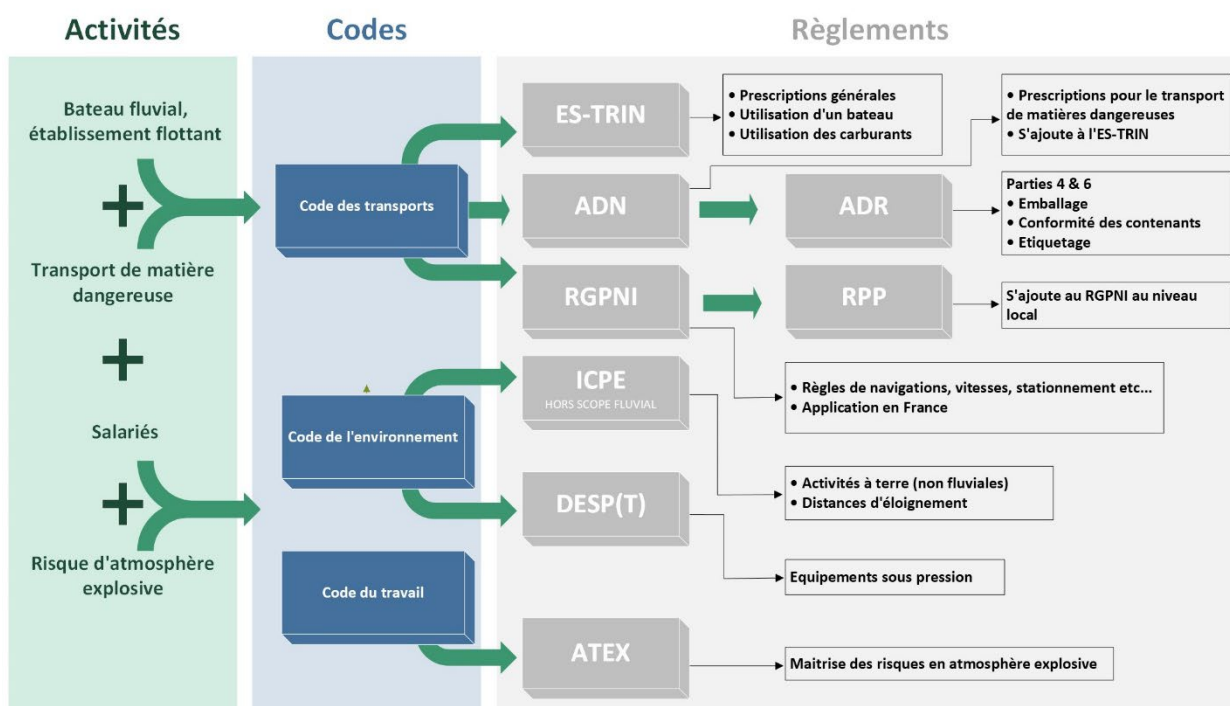


Figure 10 : Cartographie des principaux ensembles réglementaires applicables au CGH2

Les règles liées à la conduite, aux manœuvres et au stationnement des bateaux sont disponibles dans le Règlement Générale de Police de la Navigation Intérieure (RGPNi) est codifié dans le code des transports (Partie réglementaire – Quatrième partie, Livre II, Titre IV).

En supplément des prescriptions générales, localement, selon le bassin de navigation, ou le tronçon concerné, des Règlements Particuliers de Police (RPP) définissent les prescriptions à respecter. Si aucune mesure n'est spécifiquement applicable, il convient de se référer au RGPNi.

Se reporter au paragraphe 4.3.4 Contraintes liées à la navigation fluviale page 69 pour des exemples de dispositions spécifiques pouvant être retrouvées dans les RPP.

En cas d'urgence, le préfet de département peut prescrire des dispositions dérogeant à celles du règlement particulier de police ou les complétant. Le règlement particulier de police fixe le cas échéant les modalités de diffusion des mesures d'urgence. (Source : <https://www.fluvial.developpement-durable.gouv.fr/lesreglements-particuliers-de-policea193.html#:~:text=Le%20règlement%20particulier%20de%20police,du%20public%20sous%20forme%20électronique>)

4.2 Description des scénarios et opérations envisageables pour le transport du CGH₂

Quelques définitions préalables à la détermination des principaux scénarios de transport fluvial et de distribution d'hydrogène :

Contenant mobile : Contenant pouvant être déplacé par un engin de levage. Ce contenant mobile peut prendre la forme de bouteilles assemblées en modules ou de Conteneur à Gaz à Éléments Multiples (CGEM).

Contenant immobile : Contenant qui a vocation à rester fixe sur le bateau de transport. Ce contenant immobile peut prendre la forme d'une citerne fixe ou la même forme que celles mentionnées pour le contenant mobile ci-avant.

Engin de levage possible :

- Grue à terre, fixe ou mobile,
- Chariot porte-conteneurs,
- Grue fixe embarquée sur un bateau, adaptée uniquement au levage de petits modules de bouteilles.

Chargement, déchargement : fait de réaliser des opérations logistiques depuis ou vers la terre (quai). Les lieux de chargement et déchargement de matières dangereuses doivent être désignés ou agréés par les autorités compétentes.

Transbordement : fait de réaliser des opérations logistiques entre bateaux ou entre un bateau et autre moyen de transport.

Le transbordement partiel ou complet de la cargaison sur un autre bateau est autorisé sur les lieux agréés par l'autorité compétente. Si le transbordement s'effectue en dehors de ces zones, une autorisation de l'autorité compétente est requise.

Avitaillement : fait d'alimenter en énergies par transfert, les réservoirs destinés à la propulsion d'un bateau.

Cette opération n'est pas considérée comme un transbordement ou un chargement/déchargement selon la réglementation. Les opérations ne sont pas soumises à autorisations.

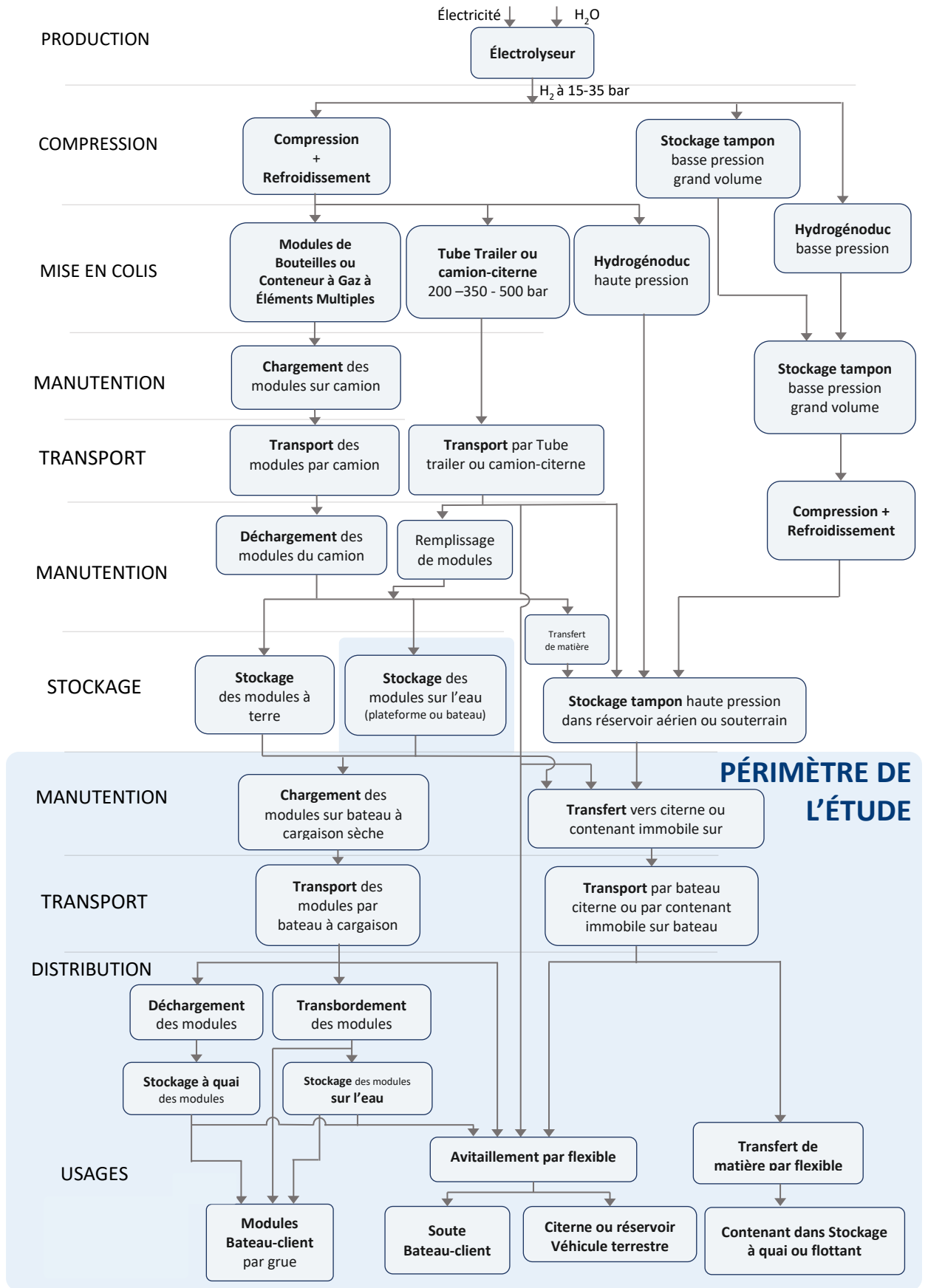


Figure 11 : Diagramme de transport et distribution de CGH₂

Scénario 1. Contenant mobile de CGH₂ chargé sur bateau à cargaison sèche (voir Tableau 7 page 55)

1.1. Chargement du contenant mobile sur le bateau

1.1.1. Depuis un stockage à terre

1.1.1.1. Par engin de levage à terre : grue ou chariot porte-conteneurs

1.1.1.2. Par grue fixe embarquée, selon la charge maximale du contenant mobile

1.1.2. Depuis un camion

1.1.2.1. Par engin de levage à terre : grue ou chariot porte-conteneurs

1.1.2.2. Par grue fixe embarquée

1.1.3. Depuis un stockage flottant

1.1.3.1. Par engin de levage à terre : grue ou chariot porte-conteneurs

1.1.3.2. Par grue fixe embarquée

1.2. Déchargement ou transbordement du contenant mobile du bateau vers le site de stockage

1.2.1. Déchargement vers un stockage à terre

1.2.1.1. Par engin de levage à terre : grue ou chariot porte-conteneurs

1.2.1.2. Par grue fixe embarquée

1.2.2. Transbordement vers un stockage flottant

1.2.2.1. Sur plateforme ou établissement flottant

1.2.2.1.1. Par engin de levage sur stockage flottant : grue ou chariot porte-conteneurs

1.2.2.1.2. Par grue fixe embarquée

1.2.2.1.3. Via flexible si le contenant mobile du bateau reste à bord et alimente un contenant sur stockage flottant

1.2.2.2. Sur barge amarrée à quai

1.2.2.2.1. Par engin de levage sur stockage flottant : grue ou chariot porte-conteneurs

- 1.2.2.2.2. Par grue embarquée
- 1.2.2.2.3. Via flexible cf. 1.2.2.1.3 ci-dessus

1.3. Distribution d'hydrogène vers le client final

1.3.1. Transbordement du contenant mobile vers le bateau client final

1.3.1.1. Depuis le bateau à couple au bateau client

- 1.3.1.1.1. Par grue embarquée sur bateau avitailleur ou bateau client

1.3.1.2. Depuis un stockage flottant

- 1.3.1.2.1. Par engin de levage sur stockage flottant : grue ou chariot porte-conteneurs
- 1.3.1.2.2. Par grue fixe embarquée

1.3.2. Avitaillement vers bateau client final

1.3.2.1. Depuis bateau avitailleur

- 1.3.2.1.1. Flexible depuis contenant mobile vers réservoir soute, réservoirs mobiles ou fixes du bateau client final

1.3.2.2. Depuis station à terre

- 1.3.2.2.1. Flexible
- 1.3.2.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

1.3.2.3. Depuis site de stockage flottant

- 1.3.2.3.1. Flexible
- 1.3.2.3.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

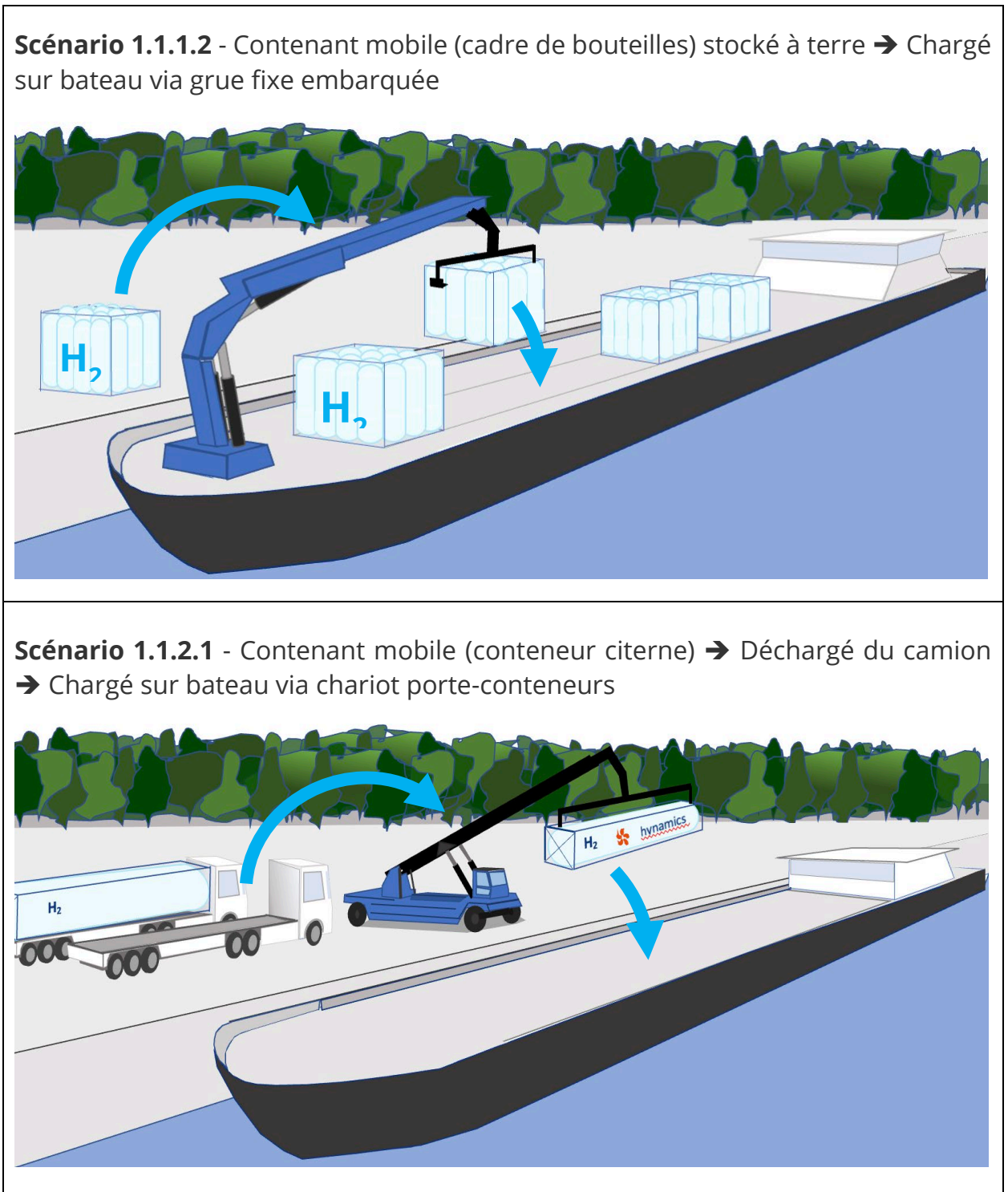
1.3.3. Chargement du contenant mobile sur le bateau client depuis site de stockage à terre

- 1.3.3.1. Par engin de levage à terre
- 1.3.3.2. Par grue embarquée sur bateau client

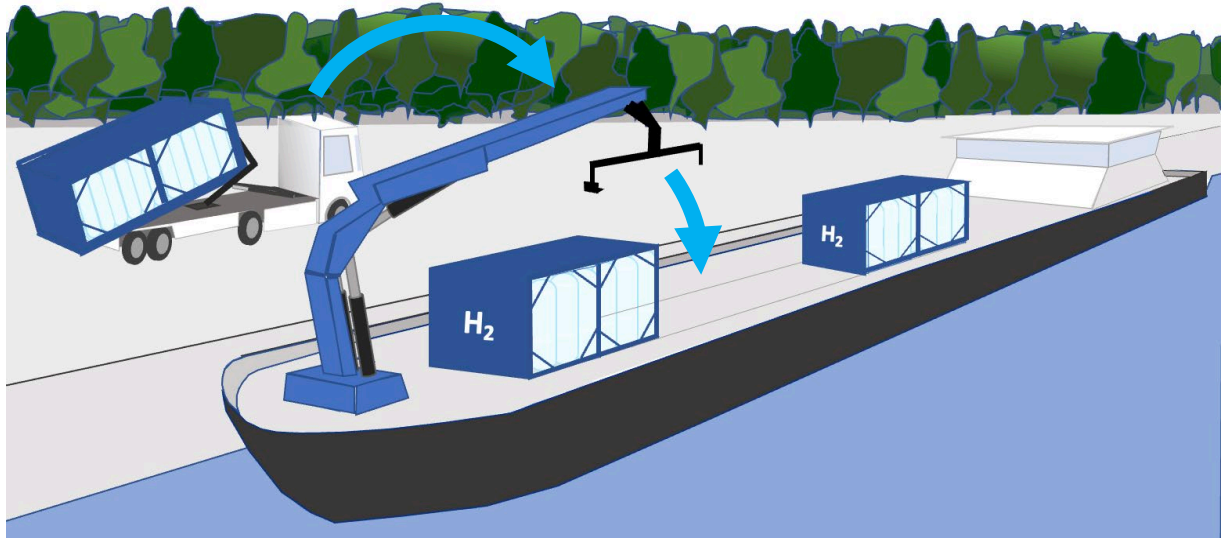
Nota :

- Si mise en place d'un stock tampon, prévoir une mise à jour des seuils de quantité d'hydrogène stocké.

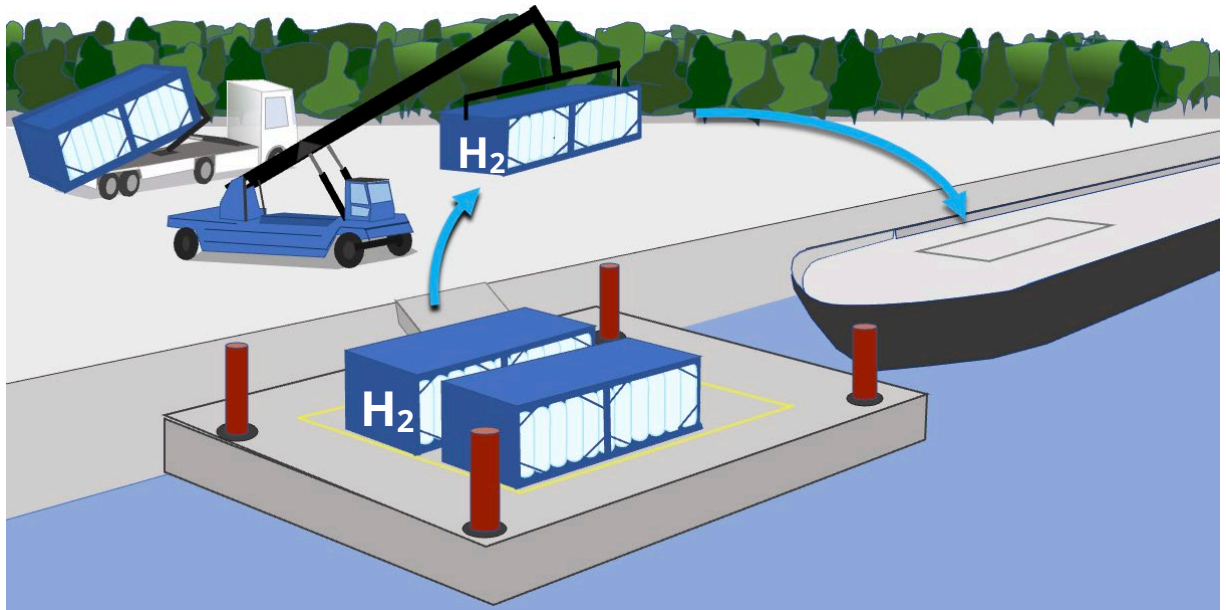
Tableau 4 : Illustrations résultantes du Scénario 1



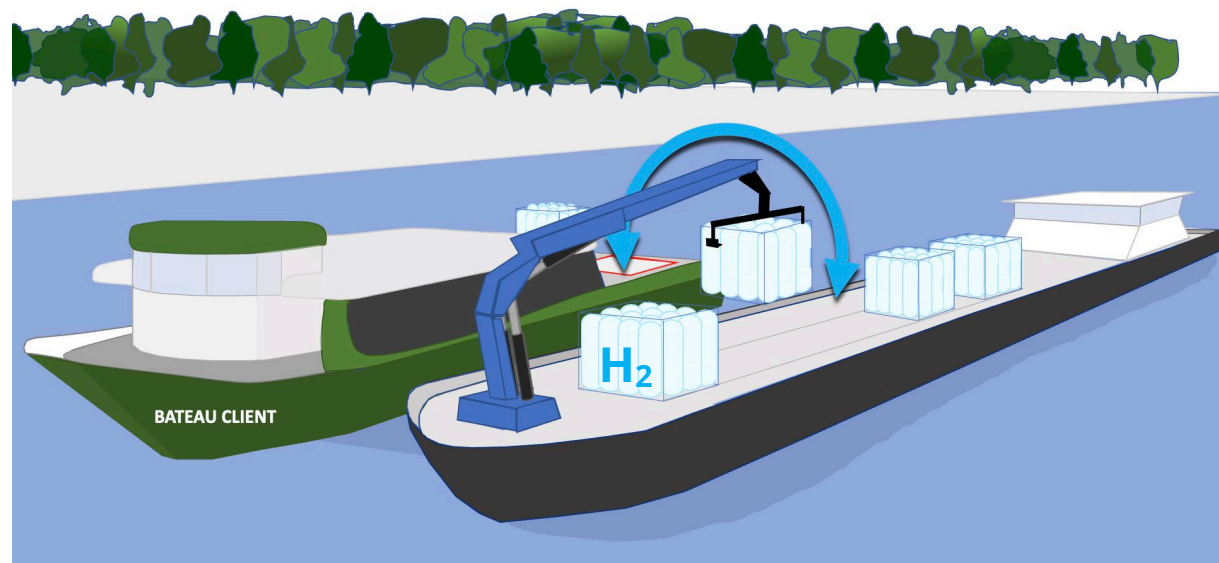
Scénario 1.1.2.2 - Contenant mobile (CGEM ISO 20ft) déchargé du camion → Chargé sur bateau via grue fixe embarquée



Scénario 1.2.2.1 - Contenant mobile (CGEM ISO 20ft) sur stockage flottant → Chargé sur bateau via chariot porte-conteneurs



Scénario 1.3.1.1 - Transbordement du contenant mobile → Depuis le bateau de transport à couple au bateau client → vers le bateau client via grue embarquée



Scénario 2. Contenant immobile de CGH₂ sur bateau à cargaison sèche (voir Tableau 8 page 58)

2.1. Transfert d'hydrogène dans le contenant immobile du bateau

2.1.1. Depuis stockage à terre

2.1.1.1. Flexible

2.1.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.1.2. Depuis stockage flottant

2.1.2.1. Flexible

2.1.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.1.3. Depuis camion-citerne ou tube-trailer

2.1.3.1. Flexible

2.1.3.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.2. Transfert d'hydrogène depuis le contenant immobile du bateau vers le site de stockage

2.2.1. Transfert vers stockage à terre

2.2.1.1. Flexible

2.2.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.2.1.3. Vers réservoir tampon, modules de bouteilles ou CGEM

2.2.2. Transfert vers stockage flottant

2.2.2.1. Sur plateforme ou établissement flottant

2.2.2.1.1. Flexible

2.2.2.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.2.2.1.3. Vers réservoir tampon, modules de bouteilles ou CGEM

2.2.2.2. Sur barge amarrée à quai

2.2.2.2.1. Flexible

2.2.2.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.2.2.2.3. Vers réservoir tampon, modules de bouteilles ou CGEM

2.3. Distribution d'hydrogène vers le client final

2.3.1. Avitaillement vers bateau client final

2.3.1.1. Depuis station à terre

2.3.1.1.1. Flexible

2.3.1.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.3.1.2. Depuis site de stockage flottant

2.3.1.2.1. Flexible

2.3.1.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.3.1.3. Depuis le bateau avitailleur

2.3.1.3.1. Flexible

2.3.1.3.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.3.2. Avitaillement vers véhicule terrestre client

2.3.2.1. Depuis station à terre

2.3.2.1.1. Flexible

2.3.2.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.3.2.2. Depuis site de stockage flottant

2.3.2.2.1. Flexible

2.3.2.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

2.3.2.3. Depuis le bateau avitailleur

2.3.2.3.1. Flexible

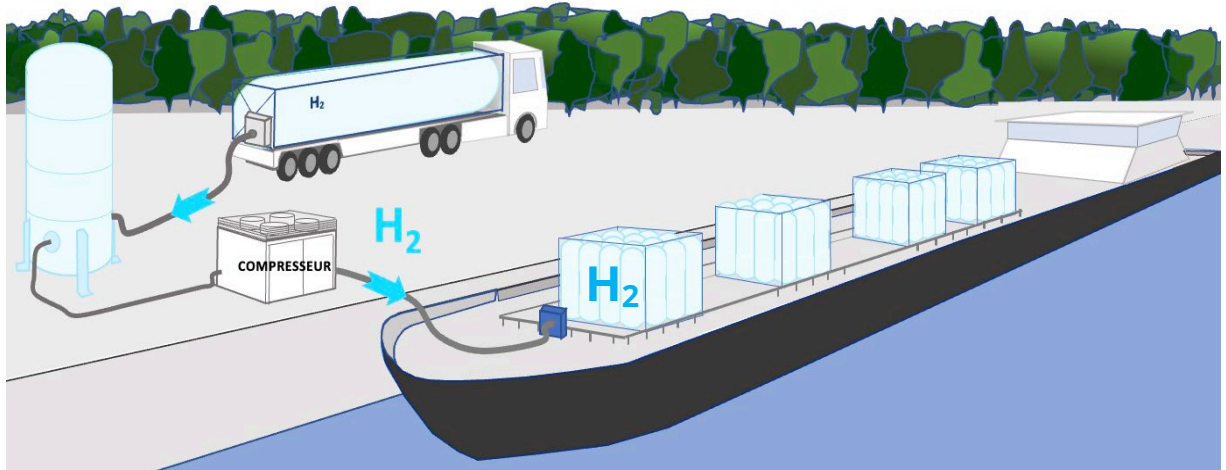
2.3.2.3.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

Nota :

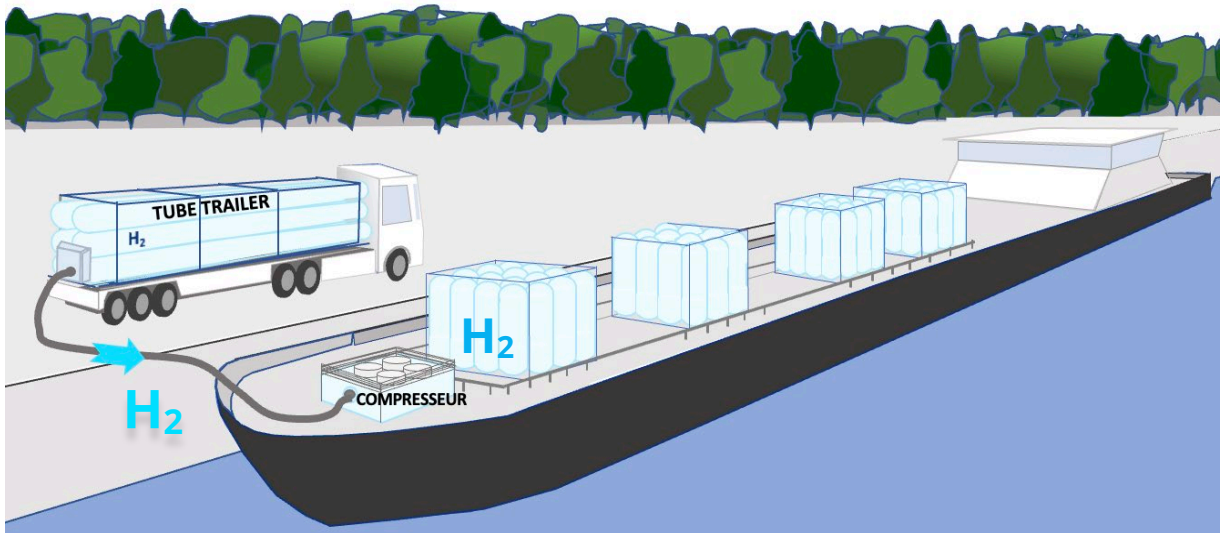
- Si mise en place d'un stock tampon, prévoir une mise à jour des seuils de quantité d'hydrogène stocké.

Tableau 5 : Illustrations résultantes du Scénario 2

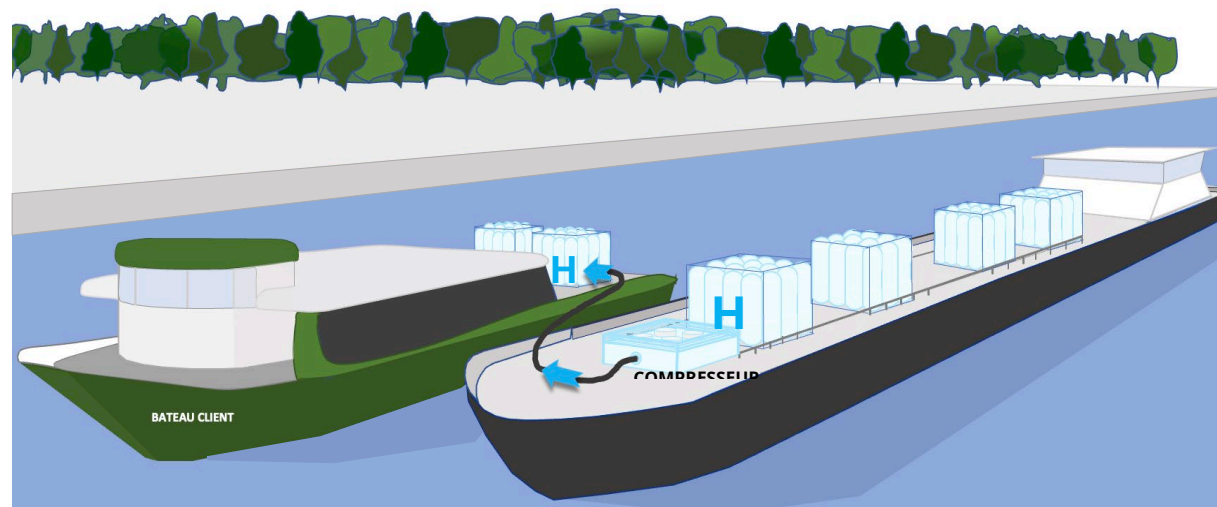
Scénario 2.1.1 - Camion-citerne ou Tube Trailer → Réservoir tampon à quai → Compresseur à terre → Transfert via flexible vers Modules de bouteilles immobiles



Scénario 2.1.3 - Camion-citerne ou Tube Trailer → Transfert via flexible → Compresseur à bord → vers Modules de bouteilles immobiles



Scénario 2.3.1.3 - Avitaillement depuis bateau de transport → Compression à bord
→ Transfert via flexible → vers Réservoir bateau client



Scénario 3. Citerne fixe de CGH₂ sur bateau à citerne (voir Tableau 9 page 60)**3.1. Transfert d'hydrogène dans la citerne fixe du bateau**

3.1.1. Depuis stockage à terre

3.1.1.1. Flexible

3.1.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.1.2. Depuis stockage flottant

3.1.2.1. Flexible

3.1.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.1.3. Depuis camion-citerne ou tube-trailer

3.1.3.1. Flexible

3.1.3.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.2. Transfert d'hydrogène depuis la citerne fixe du bateau vers le site de stockage

3.2.1. Transfert vers stockage à terre

3.2.1.1. Flexible

3.2.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.2.1.3. Vers réservoir tampon, modules de bouteilles ou CGEM

3.2.2. Transfert vers stockage flottant

3.2.2.1. Sur plateforme ou établissement flottant

3.2.2.1.1. Flexible

3.2.2.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.2.2.1.3. Vers réservoir tampon, modules de bouteilles ou CGEM

3.2.2.2. Sur barge amarrée à quai

3.2.2.2.1. Flexible

3.2.2.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.2.2.2.3. Vers réservoir tampon, modules de bouteilles ou CGEM

3.3. Distribution d'hydrogène vers le client final

3.3.1. Avitaillement vers bateau client

3.3.1.1. Depuis station à terre (Idem 2.3.1.1)

3.3.1.1.1. Flexible

3.3.1.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.3.1.2. Depuis site de stockage flottant (Idem 2.3.1.2)

3.3.1.2.1. Flexible

3.3.1.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.3.1.3. Depuis le bateau citerne avitailleur

3.3.1.3.1. Flexible

3.3.1.3.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.3.2. Avitaillement vers véhicule terrestre client

3.3.2.1. Depuis station à terre (Idem 2.3.2.1)

3.3.2.1.1. Flexible

3.3.2.1.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

3.3.2.2. Depuis site de stockage flottant (Idem 2.3.2.2)

3.3.2.2.1. Flexible

3.3.2.2.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

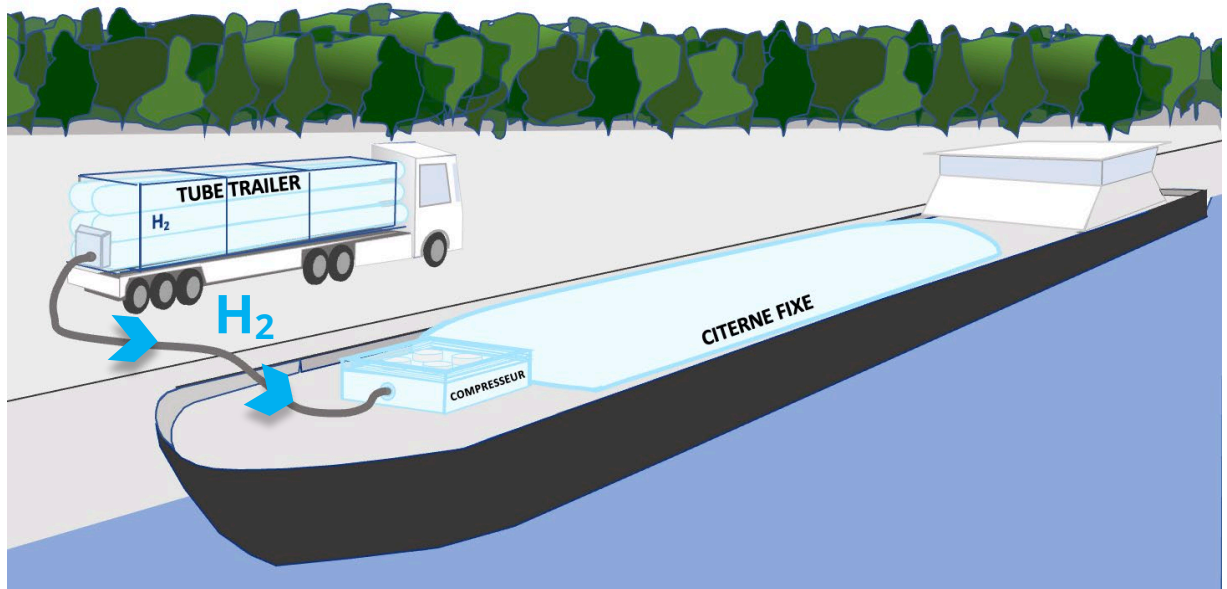
3.3.2.3. Depuis le bateau avitailleur

3.3.2.3.1. Flexible

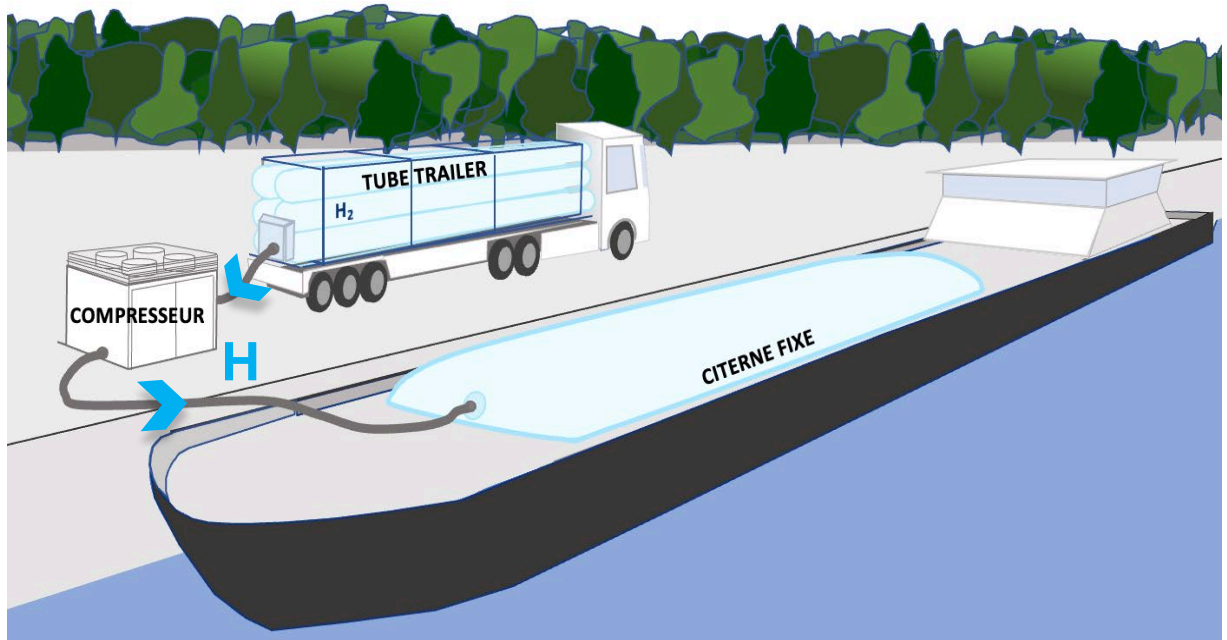
3.3.2.3.2. Si besoin : compresseur, refroidisseur

Tableau 6 : Illustrations résultantes du Scénario 3

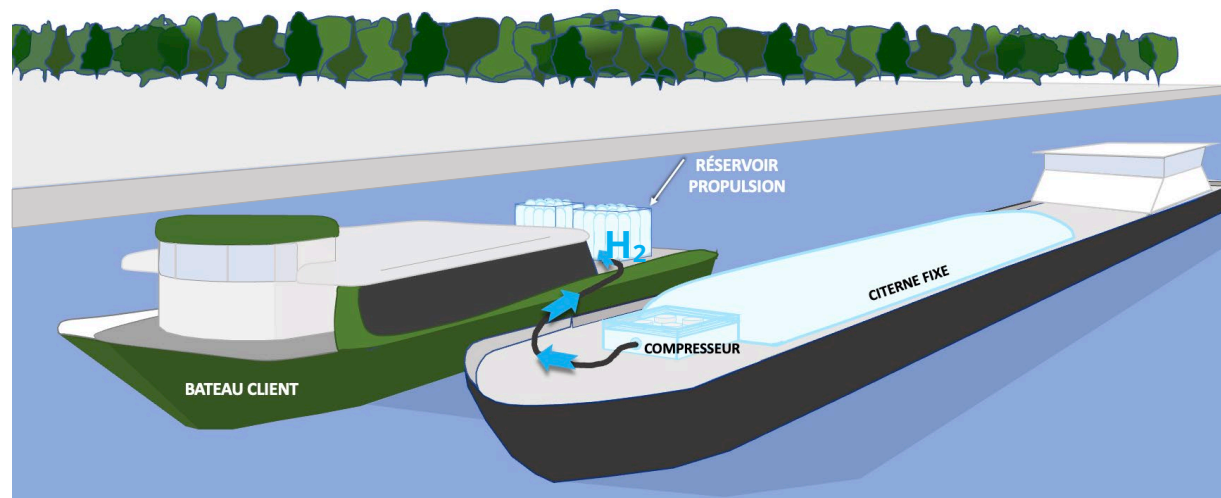
Scénario 3.1.3 - Camion-citerne ou Tube Trailer → Compression à bord → Transfert via flexible → vers Citerne fixe sur bateau



Scénario 3.1.3 - Camion-citerne ou Tube Trailer → Compression à terre → Transfert via flexible → vers Citerne fixe sur bateau



Scénario 3.3.2.3 - Avitaillement depuis citerne bateau → Compression à bord
→ Transfert via flexible → vers Réservoir bateau client



Scénario 4. Bateau utilisé comme site de stockage mobile (voir Tableau 10 page 62)

- **Dans le cas où le bateau est utilisé comme site de stockage mobile de CGH2, la réglementation des ICPE ne s'applique pas.**
- Ce cas relève de l'ADN

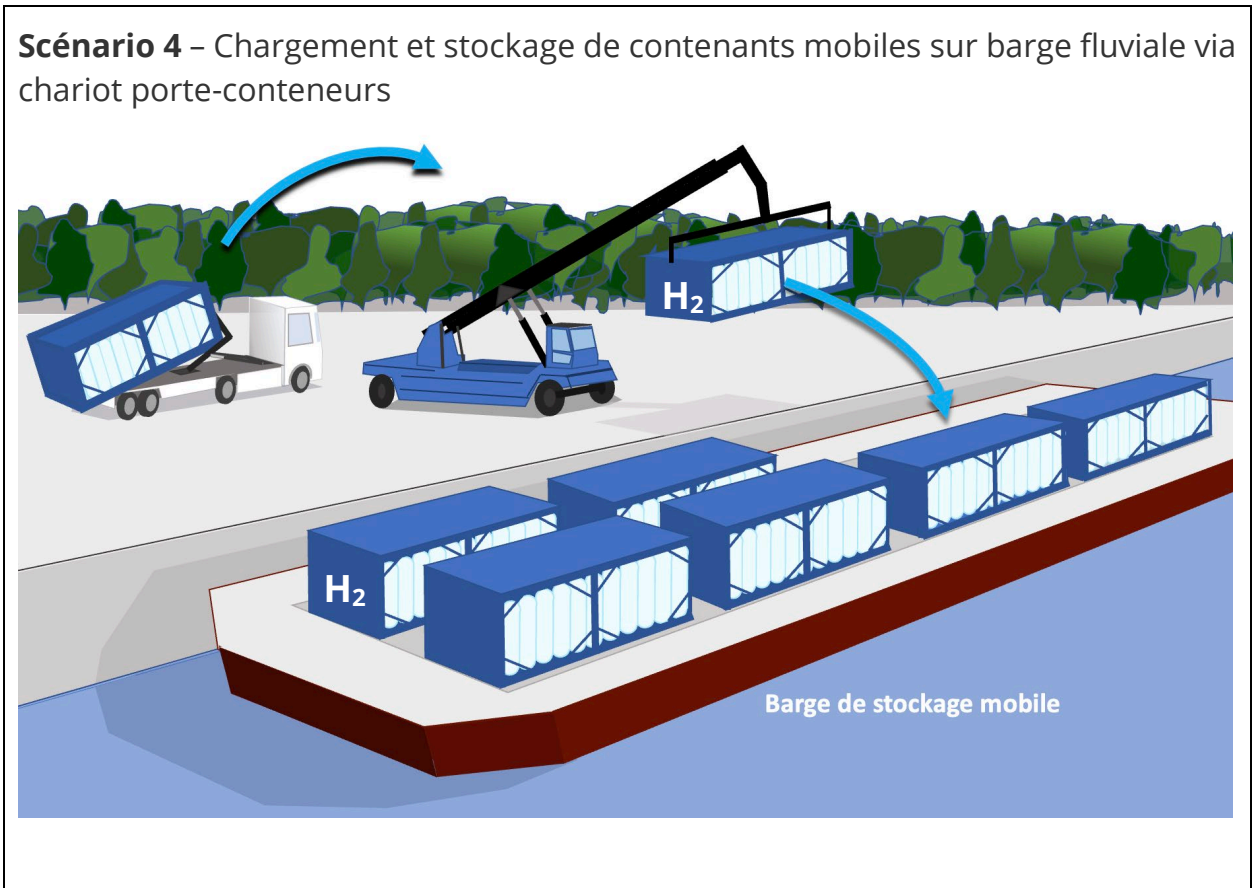


Tableau 7 : Scénario 1 et réglementations associées

Scénario 1	Contenant d'H2 transporté	Camion	Engin de manutention	Flexible	Compresseur	ADR	ADN	ICPE	DESP	ATEX
1.1 Chargement du contenant mobile sur le bateau										
1.1.1.1 Chargement Stockage à terre > Grue à terre > Bateau	Mobile	Non	À terre	Non	Non		Bateau	Stockage à terre	X	X
1.1.1.2 Chargement Stockage à terre > Grue embarquée > Bateau	Mobile	Non	Embarqué	Non	Non		X	X	X	X
1.1.2.1 Chargement Camion > Grue à terre > Bateau	Mobile	Oui	À terre	Non	Non	X	X		X	X
1.1.2.2 Chargement Camion > Grue embarquée > Bateau	Mobile	Oui	Embarqué	Non	Non	X	X		X	X
1.1.3.1 Chargement Stockage flottant > Grue à terre > Bateau	Mobile	Non	À terre ou sur stockage flottant	Non	Non		X	X	X	X
1.1.3.2 Chargement Stockage flottant > Grue embarquée > Bateau	Mobile	Non	Embarqué	Non	Non	X	X		X	X
1.2 Déchargement ou transbordement du contenant mobile du bateau vers le site de stockage										
1.2.1.1 Déchargement Bateau > Grue à terre > Stockage à terre	Mobile	Non	À terre	Non	Non		X	X	X	X
1.2.1.2 Déchargement Bateau > Grue embarquée > Stockage à terre	Mobile	Non	Embarqué	Non	Non		X	X	X	X

Scénario 1	Contenant d'H2 transporté	Camion	Engin de manutention	Flexible	Compresseur	ADR	ADN	ICPE	DESP	ATEX
1.2.2.1.1 Transbordement Bateau > Grue à terre > Stockage flottant	Mobile	Non	À terre ou sur stockage flottant	Non	Non		X		X	X
1.2.2.1.2 Transbordement Bateau > Grue embarquée > Stockage flottant	Mobile	Non	Embarqué	Non	Non		X		X	X
1.2.2.1.3 Transfert d'hydrogène Bateau > Flexible > Stockage flottant	Mobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
1.2.2.2.1 Transbordement Bateau > Grue à terre > Barge de stockage amarrée à quai	Mobile	Non	À terre	Non	Non		X		X	X
1.2.2.2.2 Transbordement Bateau > Grue embarquée > Barge de stockage amarrée à quai	Mobile	Non	Embarqué	Non	Non		X		X	X
1.2.2.2.3 Transfert Bateau > flexible > Barge de stockage amarrée à quai	Mobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
1.3 Distribution d'hydrogène vers le client final										
1.3.1.1 Transbordement Bateau > Grue embarquée > Bateau client final	Mobile	Non	Embarqué	Non	Non		X		X	X
1.3.1.2.1 Transbordement Stockage flottant > Grue à terre > Bateau client final	Mobile	Non	À terre	Non	Non		X		X	X

Scénario 1	Contenant d'H2 transporté	Camion	Engin de manutention	Flexible	Compresseur	ADR	ADN	ICPE	DESP	ATEX
1.3.1.2.2 Transbordement Stockage flottant > Grue embarquée > Bateau client final	Mobile	Non	Embarqué	Non	Non		X		X	X
1.3.2.1 Avitaillement Bateau avitailleur > Flexible > Bateau client final	Mobile	Non	Non	Flexible	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
1.3.2.2 Avitaillement Station à terre > Flexible > Bateau client final	Mobile	Non	Non	Flexible	Si besoin À terre ou embarqué	X	X	X	X	X
1.3.3.1 Chargement Stockage à terre > Grue à terre > Bateau client final	Mobile	Non	À terre	Non	Non			X	X	X
1.3.3.2 Chargement Stockage à terre > Grue embarquée > Bateau client final	Mobile	Non	À terre	Non	Non			X	X	X

Tableau 8 : Scénario 2 et réglementations associées

Scénario 2	Contenant d'H2 transporté	Camion	Engin de manutention	Flexible	Compresseur	ADR	ADN	ICPE	DESP	ATEX
2.1 Transfert d'hydrogène dans le contenant immobile du bateau										
2.1.1 Transfert d'hydrogène Stockage à terre > Flexible > contenant immobile du bateau	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X	X	X	X
2.1.2 Transfert d'hydrogène Stockage flottant > Flexible > contenant immobile du bateau	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X	X	X	X
2.1.3 Transfert d'hydrogène Camion-citerne ou tube-trailer > Flexible > contenant immobile du bateau	Immobile	Oui	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué	X	X	X	X	X
2.2 Transfert d'hydrogène depuis le contenant immobile du bateau vers le site de stockage										
2.2.1 Transfert d'hydrogène Contenant immobile du bateau > Flexible > Stockage à terre	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X	X	X	X
2.2.2.1 Transfert d'hydrogène Contenant immobile du bateau > Flexible > Stockage flottant	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
2.2.2.2 Transfert d'hydrogène Contenant immobile du bateau > Flexible > Barge de stockage amarrée à quai	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X

Scénario 2	Contenant d'H2 transporté	Camion	Engin de manutention	Flexible	Compresseur	ADR	ADN	ICPE	DESP	ATEX
2.3 Distribution d'hydrogène vers le client final										
2.3.1.1 Avitaillement Station à terre > Flexible > Bateau client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué			X	X	X
2.3.1.2 Avitaillement Station flottante > Flexible > Bateau client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
2.3.1.3 Avitaillement Bateau avitailleur > Flexible > Bateau client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
2.3.2.1 Avitaillement Station à terre > Flexible > Véhicule terrestre client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre			X	X	X
2.3.2.2 Avitaillement Station flottante > Flexible > Véhicule terrestre client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
2.3.2.3 Avitaillement Bateau avitailleur > Flexible > Véhicule terrestre client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X

Tableau 9 : Scénario 3 et réglementations associées

Scénario 3	Contenant d'H2 transporté	Camion	Engin de manutention	Flexible	Compresseur	ADR	ADN	ICPE	DESP	ATEX
3.1 Transfert d'hydrogène dans la citerne fixe du bateau										
3.1.1 Transfert d'hydrogène Stockage à terre > Flexible > Citerne de bateau	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X	X	X	X
3.1.2 Transfert d'hydrogène Stockage flottant > Flexible > Citerne de bateau	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
3.1.3 Transfert d'hydrogène Camion-citerne ou tube-trailer > Flexible > Citerne de bateau	Immobile	Oui	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué	X	X		X	X
3.2 Transfert d'hydrogène depuis la citerne fixe du bateau vers le site de stockage										
3.2.1 Transfert d'hydrogène Citerne de bateau > Flexible > Stockage à terre	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X	X	X	X
3.2.2.1 Transfert d'hydrogène Citerne de bateau > Flexible > Stockage sur plateforme ou établissement flottant	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
3.2.2.2 Transfert d'hydrogène Citerne de bateau > Flexible > Stockage sur barge amarrée à quai	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X

Scénario 3	Contenant d'H2 transporté	Camion	Engin de manutention	Flexible	Compresseur	ADR	ADN	ICPE	DESP	ATEX
3.3 Distribution d'hydrogène vers le client final										
3.3.1.1 Avitaillement (Idem 2.3.1.1) Station à terre > Flexible > Bateau client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué			X	X	X
3.3.1.2 Avitaillement (Idem 2.3.1.2) Station flottante> Flexible > Bateau client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
3.3.1.3 Avitaillement Bateau citerne avitailleur > Flexible > Bateau client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
3.3.2.1 Avitaillement (Idem 2.3.2.1) Station à terre > Flexible > Véhicule terrestre client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué			X	X	X
3.3.2.2 Avitaillement (Idem 2.3.2.2) Station flottante> Flexible > Véhicule terrestre client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X
3.3.2.3 Avitaillement Bateau citerne avitailleur > Flexible > Véhicule terrestre client final	Immobile	Non	Non	Oui	Si besoin À terre ou embarqué		X		X	X

Tableau 10 : Scénario 4 et réglementations associées

Scénario 4	Contenant d'H2 transporté	Camion	Engin de manutention	Flexible	Compresseur	ADR	ADN	ICPE	DESP	ATEX
Chargement et stockage de contenants mobiles sur barge fluviale via chariot porte-conteneurs										
Stockage	Mobile	Non	À terre	Non	Non		X		X	X

4.3 Prescriptions dimensionnantes ou restrictives pour le transport fluvial de CGH₂

4.3.1 L'hydrogène comprimé

Les Nations Unies établissent la liste des matières dangereuses dans l'ADR, Partie 3 « *Liste des marchandises dangereuses, dispositions spéciales et exemptions relatives aux quantités limitées et aux quantités exceptées* ».

L'hydrogène comprimé y figure comme matière dangereuse sous l'identification suivante (voir «Annexe 3 : Extrait de la liste de marchandises dangereuses – ADR 2021 » page 113) :

UN 1049 classe 2 – Code classification : 1F

4.3.2 Le bateau de transport

Le Tableau 5 suivant synthétise les analyses retranscrites dans les sous-parties suivantes.

Tableau 11 : Synthèse des quantités de CGH₂ maximales transportables selon les configurations

Type de bateau	Structure de la coque	Agrément ADN	Masse brute maximale autorisée pour le transport
Bateau-citerne	Selon dérogation	Selon dérogation	Non autorisé (Hors dérogation)
Bateau à cargaison sèche, transport colis	Simple coque	Sans agrément ADN <i>(Hors dispositions applicables, voir 4.3.2.3 page 67)</i>	300 kg
		Avec agrément ADN	300 tonnes
	Double coque	Sans agrément ADN <i>(Hors dispositions applicables, voir 4.3.2.3 page 67)</i>	300 kg
		Avec agrément ADN	Sans limitation

4.3.2.1 Certificat d'agrément du bateau de transport

Les bateaux autorisés à transporter des matières dangereuses doivent détenir un certificat d'agrément ADN en complément du certificat de l'union, qui établit les règles de constructions pour les bateaux de navigation intérieure. Ce certificat d'agrément doit attester que le bateau de transport a été inspecté et que sa construction et son équipement sont totalement conformes aux prescriptions applicables de l'ADN.

Il convient de noter que dans le cas d'utilisation de bateau type « pousseur + barge » (voir 3.2.1 Typologie des bateaux), le pousseur et la barge doivent tout deux avoir un certificat ADN valide pour que l'ensemble soit agréé pour le transport de matières dangereuses par voies fluviales.

Le certificat d'agrément est délivré par l'autorité compétente de la Partie contractante où le bateau est immatriculé ou, à défaut :

- par de la Partie contractante où il a son port d'attache ou,
- par la Partie contractante où le propriétaire est établi ou,
- par l'autorité compétente choisie par le propriétaire.

Les autres Parties contractantes de l'ADN reconnaissent ce certificat d'agrément. Cela permet le transport au sein de l'Europe, des matières dangereuses sur les voies navigables.

Liste des pays contractants : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Croatie, Fédération de Russie, France, Hongrie, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, République de Moldova, République tchèque, Roumanie, Serbie, Slovaquie, Suisse et Ukraine.

4.3.2.2 Prescriptions restrictives et dimensionnantes pour le bateau de transport

- **Le bateau citerne :**

Ce type de bateau est destiné au transport de matières liquides ou gazeuses dans des citernes faisant partie intégrante avec le bateau.

Les citernes de type G permettent de transporter du gaz sous pression ou à l'état réfrigéré.

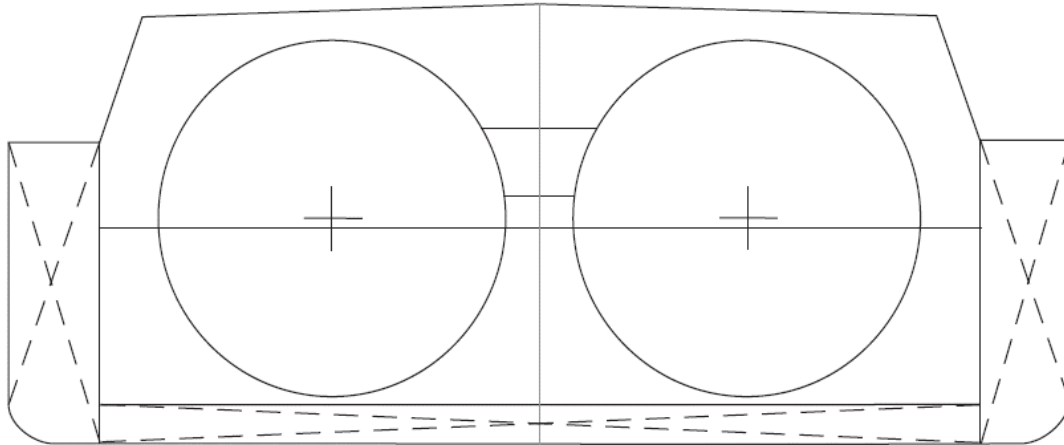


Figure 12 : Exemple d'une vue en coupe de la conception d'un bateau citerne de type G double coque

La réglementation ADN à date ne permet pas le transport en bateau citerne.

Cependant, il est possible d'obtenir des autorisations spéciales ou dérogations, au cas par cas avec les autorités compétentes.

Chaque Partie contractante conserve le droit de délivrer des autorisations spéciales pour le transport international en bateaux-citernes de marchandises dangereuses dont le transport en bateaux-citernes n'est pas autorisé selon les prescriptions relatives au transport du Règlement annexé, sous réserve du respect des procédures relatives aux autorisations spéciales du Règlement annexé.

Conformément au paragraphe 2 de l'article 7 de l'ADN, l'autorité compétente a le droit de délivrer à un transporteur ou à un expéditeur des autorisations spéciales pour le transport international en bateaux-citernes de matières dangereuses, y compris les mélanges, dont le transport en bateaux-citernes n'est pas autorisé selon les prescriptions du présent Règlement, conformément aux dispositions suivantes :

L'autorisation spéciale est valable pour les Parties contractantes sur le territoire où le transport aura lieu, pendant deux ans au plus. Avec l'accord des autorités compétentes de ces territoires, l'autorisation spéciale peut être renouvelée pour une période d'un an au maximum.

- **Le bateau à cargaison sèche, simple coque :**

Ce type de bateau peut transporter soit des matières en vrac soit des colis.

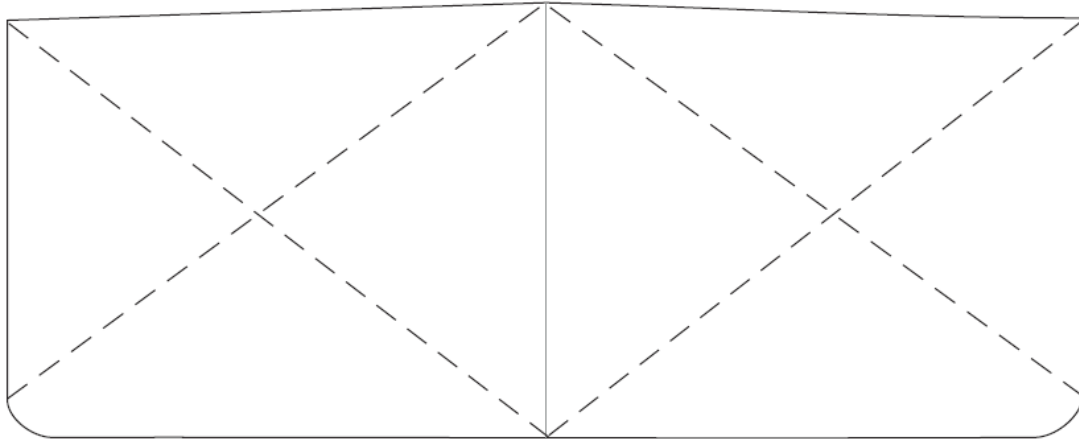


Figure 13 : Exemple d'une vue en coupe de la cale d'un bateau cargaison sèche simple coque

Les bateaux à simple coque ne peuvent transporter des marchandises de classe 2 - code de classification 1F que dans la quantité limitée de 300 Tonnes.

Cette disposition s'applique également aux barges de poussage et bateaux à double coque qui ne satisfont pas aux règles de construction d'une partie de l'ADN (partie9).

- **Le bateau à cargaison sèche, double coque :**

La conception en double coque permet de sécuriser la zone de cargaison en cas de collision ou d'échouage du bateau. Les risques étant mieux maîtrisés par rapport à la conception simple coque, les quantités de matières pouvant être transportées sont généralement plus importantes.

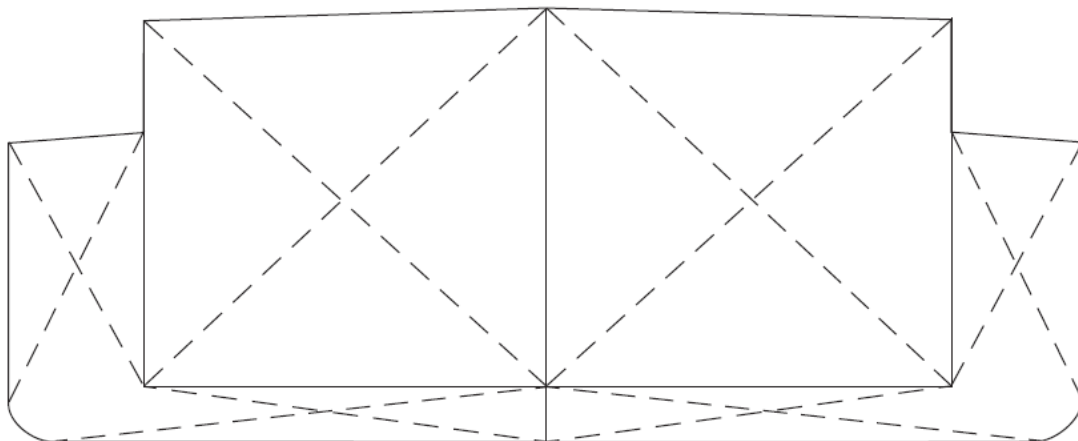


Figure 14 : Exemple d'une vue en coupe de la cale d'un bateau cargaison sèche double coque

Les bateaux à double coque qui satisfont aux règles de construction supplémentaires de l'ADN peuvent transporter de l'hydrogène comprimé UN 1049, sans limitation de quantité transportée.

Par définition un bateau avitailleur possède une citerne ouverte à l'atmosphère (voir définition au 3.2.1), un bateau transportant du CGH₂ et effectuant des avitaillements est autorisé mais ne sera pas nommé « bateau avitailleur ».

4.3.2.3 Exemptions et quantités limitées

- **Le transport par bateau-citerne**

Le transport de CGH₂ par bateau-citerne n'étant pas autorisé, aucune exemption de quantité n'est définie.

- **Le transport par bateau à cargaison sèche**

Si la masse brute de CGH₂ transportée est inférieure à 300 kg, l'ensemble de l'ADN n'est pas obligatoirement applicable.

Les dispositions suivantes restent applicables :

Déclaration des événements impliquant des marchandises dangereuses.

Les colis, à l'exception des véhicules et des conteneurs (y compris les caisses mobiles), doivent répondre aux prescriptions relatives aux emballages visées aux parties 4 et 6 de l'ADR ou du RID ; les dispositions du chapitre 5.2 relatives au marquage et à l'étiquetage sont applicables.

Les documents réglementaires suivants doivent être à bord : les documents de transport, ils doivent porter sur toutes les marchandises dangereuses transportées à bord et le plan de chargement.

Les marchandises doivent être entreposées dans les cales. Cette disposition ne s'applique pas aux marchandises chargées dans :

- des conteneurs fermés ;
- des véhicules couverts ou wagons couverts.

4.3.3 Transport de colis

Sauf spécifications contraires, la masse indiquée pour les colis est la masse brute. Si les colis sont transportés dans des conteneurs ou des véhicules, la masse du conteneur ou du véhicule n'est pas comprise dans la masse brute des colis.

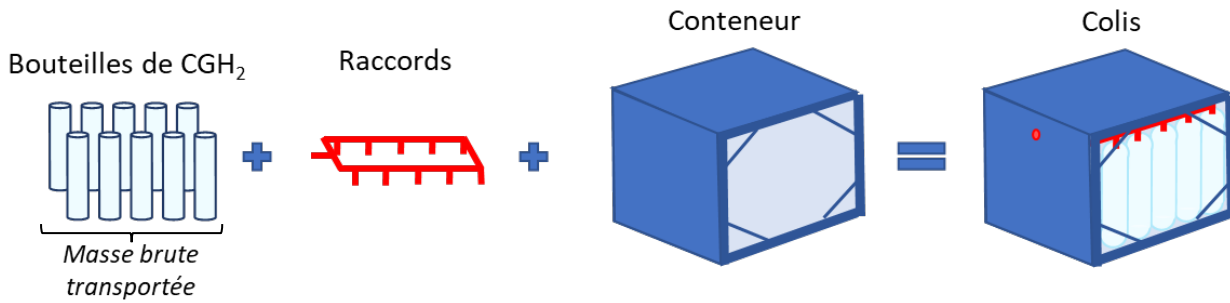


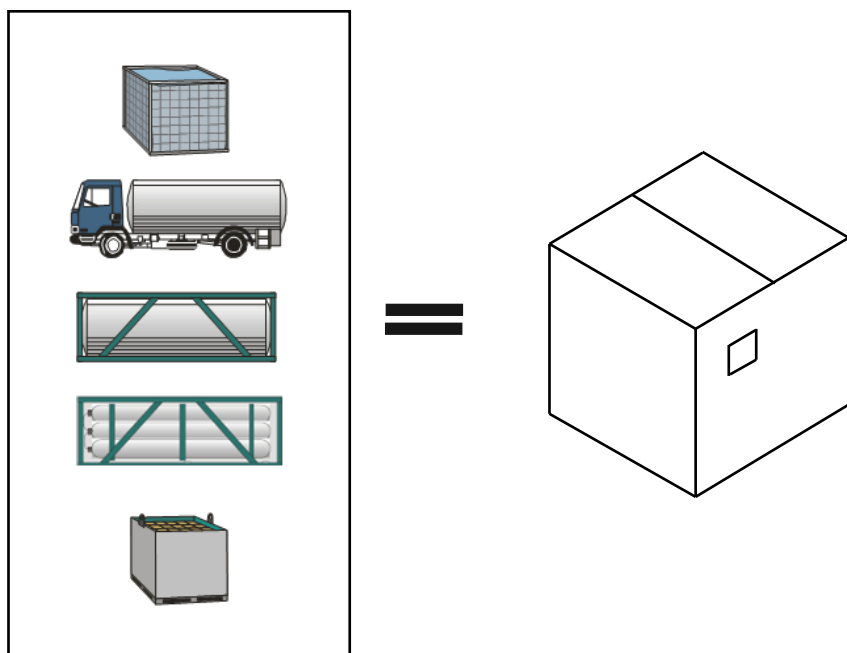
Figure 15 : Eléments constitutifs d'un colis CGH₂, et masse brute transportée

Transport en conteneurs, en conteneurs pour vrac, GRV, grands emballages, CGEM, citernes mobiles et conteneurs-citernes

Le transport de conteneurs, de conteneurs pour vrac, de GRV, de grands emballages, de CGEM, de citernes mobiles et de conteneurs-citernes doit satisfaire aux prescriptions relatives au transport des colis.

Véhicules et wagons

Le transport de véhicules et de wagons doit être conforme aux prescriptions applicables au transport des colis.



4.3.4 Contraintes liées à la navigation fluviale

Comme explicité en partie 4.1 Contexte réglementaire page 36, des contraintes de navigation peuvent être définies selon des secteurs par des RPP.

Un RPP peut notamment définir des dispositions spécifiques concernant :

- Le dimensionnement des bateaux admissibles :

Les longueurs, largeurs maximales sont déterminés suivant les dimensions des écluses et des ponts.

Les tirants d'eau et tirant d'air sont déterminés selon les hauteurs d'eau sous les ponts et peuvent être ajuster avec le taux de chargement du bateau. Plus le bateau sera chargé, plus le tirant d'eau sera important contrairement au tirant d'air et inversement si le bateau est moins chargé.

- La puissance de propulsion :

La vitesse maximale autorisée et les débits du cours d'eau. A titre d'exemple, le Rhône ayant un débit plus important ($581\text{m}^3/\text{s}$ en moyenne à Lyon entre 2010 et 2023) en comparaison de la Seine ($98,6\text{m}^3/\text{s}$ en moyenne à Paris entre 2010 et 2023), les systèmes de propulsions demanderont plus de puissance sur le Rhône par rapport à la Seine.

- Les règles de stationnement (amarrage, ancrage, garages d'écluses) suivant les configurations des zones à quai, zone industrielle, proximité d'établissement recevant du public etc...

Les hauteurs de Duc d'albe sont normées d'après la crue historique de 1910 à Paris.

- Episodes de crues et sécheresse pouvant selon des hauteurs d'eau déterminées induire des restrictions voire des arrêts complets de navigation.

Ces données sont librement consultables sur le site Vigicrues <https://www.vigicrues.gouv.fr/>.

4.4 Responsabilités des acteurs de la chaîne logistique

Chaque intervenant de la chaîne logistique doit pouvoir se fier aux documents et informations transmises par les autres acteurs.

Tableau 12 : Récapitulatif des responsabilités des intervenants

Responsabilités	Fabricant contenant	Expéditeur	Emballleur	Chargeur	Transporteur	Déchargeur	Destinataire	Exploitant d' un contenant	Conseiller à la sécurité
Identifications des marchandises dangereuses (Voir 4.4.1)	X	X	C	C	C	C	C		C
Conditionnement des matières dangereuses dans des emballages homologués (Voir 4.4.2)		C	X	C	C	C	C	X	C
Etiquetage des emballages (Voir 4.4.2)		C	X						C
Fourniture des documents de transport (Voir 4.4.1.2)		X			C	C	C		C
Signalisation des véhicules (Voir 4.4.3.1)		X		X	X				C
Équipement des véhicules (Voir 4.4.3)					X				C
Respect des prescriptions de chargement / déchargement et de manutention (Voir 4.4.3.2)				X		X	X		C
Calage et arrimage (Voir 4.4.3)				X	X				C
Audit de la chaîne de transport (Voir 4.4.4.3)									X

Responsabilités	Fabricant contenant	Expéditeur	Emballeur	Chargeur	Transporteur	Déchargeur	Destinataire	Exploitant d'un contenant	Conseiller à la sécurité
Etablissement de rapport en cas d'incident ou accident (<i>Voir 4.4.4.3</i>)									X
Désignation d'un conseiller à la sécurité (<i>Voir 4.4.4.3</i>)				X	X	X			
Formation du personnel (<i>Voir 4.4.4.1</i>)		X	X	X	X	X	X		C
Certification d'expert ADN (<i>Voir 4.4.4.2</i>)					X				C
Certification de conseiller à la sécurité ADN (<i>Voir 4.4.4.3</i>)									X

X : A la responsabilité de l'action

C : Contrôle l'action ou les document

4.4.1 Indentifications des marchandises dangereuses et documents

Chaque matière dangereuse doit être identifiée clairement, et inventoriée qu'il s'agisse de composé seul ou de mélange.

4.4.1.1 La FDS

Le fabricant doit fournir la FDS (Fiche de Données de Sécurité) indiquant la nature du composé ou du mélange, les propriétés physicochimiques, les dangers ainsi que les précautions d'emploi.

4.4.1.2 Organisation du transport et document de transport

Dans son rôle d'identification des matières dangereuses, à partir des données transmises par le fabricant, l'expéditeur doit :

- s'assurer que les marchandises dangereuses soient classées et autorisées au transport conformément à l'ADN ;
- fournir au transporteur les renseignements et informations de manière traçable et, le cas échéant, les documents de transport et les documents d'accompagnement (autorisations, agréments, notifications, certificats, etc.) exigés, tenant notamment compte des dispositions spéciales liées à la matière transportée ;
- observer les prescriptions sur le mode d'envoi et sur les restrictions d'expédition ;

Lorsque l'expéditeur agit pour un tiers, ce dernier doit signaler par écrit à l'expéditeur qu'il s'agit de marchandises dangereuses et mettre à sa disposition tous les renseignements et documents nécessaires à l'exécution de ses obligations.

L'expéditeur doit n'utiliser que des emballages, grands emballages, grands récipients pour vrac (GRV) et citernes (véhicules-citernes, citernes démontables, véhicules-batteries, CGEM, citernes mobiles, conteneurs-citernes, wagons-citernes et wagons-batterie) agréés et aptes au transport des marchandises concernées et portant les marques prescrites par l'une des Réglementations internationales, et n'utiliser que des bateaux ou bateaux-citernes agréés et aptes au transport des marchandises concernées.

Le document de transport de matière dangereuse doit comporter l'identification du composé, les méthodes de conditionnement et les quantités.

Les noms de l'expéditeur, du transporteur et du destinataire doivent être mentionnés. La Figure 16 ci-dessous constitue un exemple type de document de transport.

DOCUMENT DE TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES EN COLIS

Expéditeur :						
Destinataire :			Transporteur :			
Désignation des marchandises	Colis			Quantité totale		
	Nombre	Description des emballages	Masse brute unitaire	Masse brute	Masse nette	Volume
UN 1049, HYDROGÈNE COMPRIMÉ, 2.1	50	Bouteille 80 x 30 cm en rack de 10 bouteilles Transport conforme à la disposition spéciale 662	24 kg	12000 kg		12 500 litres
ENGAGEMENT DE L'EXPÉDITEUR : Je certifie que ces marchandises sont admises selon les dispositions de l'ADN au transport de marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure et que les emballages sont conformes à la réglementation en vigueur (chapitre 4.1 de l'ADN)			ENGAGEMENT DU TRANSPORTEUR : Je certifie que le bateau utilisé pour le transport est conforme à la réglementation en vigueur et m'engage à respecter les prescriptions de l'ADN.			

Figure 16 : Exemple de document de transport pour le CGH₂

Nota : la disposition spéciale 662 impose que les bouteilles soient conçues et construites conformément à une norme reconnue par l'autorité compétente du pays d'agrément et que toutes les autres prescriptions pertinentes de l'ADR soient satisfaites. Le document de transport doit contenir la mention suivante : « Transport conforme à la disposition spéciale 662 ».

4.4.2 Conditionnement, emballage et signalétique colis

4.4.2.1 Conditionnement des matières dangereuses dans des emballages homologués

Le choix de l'emballage dépend de nombreux facteurs dont la nature physico-chimique de la matière (attention aux risques de réaction chimique), ainsi que le mode de transport.

L'emballer doit s'assurer que les conditions d'emballage, ainsi que les possibilités d'emballage en commun sont respectées.

Dans le cas des récipients à pression en acier et des récipients à pression composites avec revêtement en acier, destinés au transport des gaz avec risque de fragilisation par l'hydrogène, la lettre « H » montrant la compatibilité de l'acier (voir ISO 11114-1:2012 + A1:2017). Lorsque des récipients à pression en acier sont utilisés, uniquement ceux portant l'inscription « H » sont donc autorisés.

Le groupe d'emballage est affecté en fonction du danger représenté par la matière pendant les opérations de transports. Pour les gaz et également le CHG2 aucun groupe d'emballage n'est attribué pour le transport. Les gaz sont considérés comme dangereux quel que soit le gaz transporté.

4.4.2.2 Identification des emballages et colis

L'emballer doit également vérifier que l'ensemble des étiquettes et marques indicatives sont présentes sur le colis.

Dans l'ADN, le numéro ONU correspondant aux marchandises contenues, précédé des lettres "UN", doit figurer de façon claire et durable sur chaque colis. Le numéro ONU et les lettres "UN" doivent mesurer au moins 12 mm de hauteur.

Sur les colis d'une capacité de 30 l ou d'une masse nette de 30 kg au maximum et sur les bouteilles d'une contenance en eau ne dépassant pas 60 l, les inscriptions doivent mesurer au moins 6 mm de hauteur.

Sur les emballages d'une capacité ne dépassant pas 5 l ou d'une masse nette ne dépassant pas 5 kg, les inscriptions doivent avoir des dimensions appropriées.

Dans le cas d'objets non emballés la marque doit figurer sur l'objet, sur son berceau ou sur son dispositif de manutention, de stockage ou de lancement.

Toutes les marques prescrites doivent être facilement visibles, lisibles et doivent pouvoir être exposées aux intempéries sans dégradation notable.

Pour les grands récipients pour vrac d'une capacité supérieure à 450 litres et les grands emballages doivent porter les marques sur deux côtés opposés.

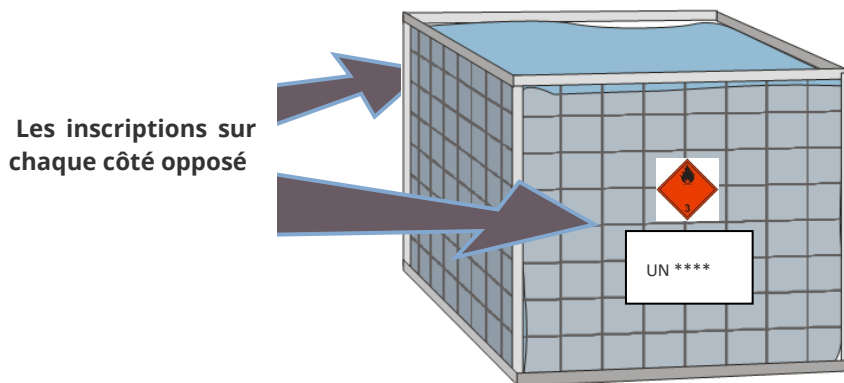


Figure 17 : Marques sur grands emballages

Les récipients rechargeables doivent porter en caractères bien lisibles et durables les indications suivantes :

- Le numéro ONU et la désignation officielle de transport du gaz ou du mélange de gaz ;
- Pour les gaz comprimés qui sont chargés en masse et pour les gaz liquéfiés, soit la masse de remplissage maximale et la tare du récipient avec les organes et accessoires en place au moment du remplissage, soit la masse brute ;
- La date (année) du prochain contrôle périodique.

Ces indications peuvent être soit gravées, soit indiquées sur une plaque signalétique ou une étiquette durable fixée au récipient, ou indiquées par une marque adhérente et bien visible, par exemple à la peinture ou par tout autre procédé équivalent.

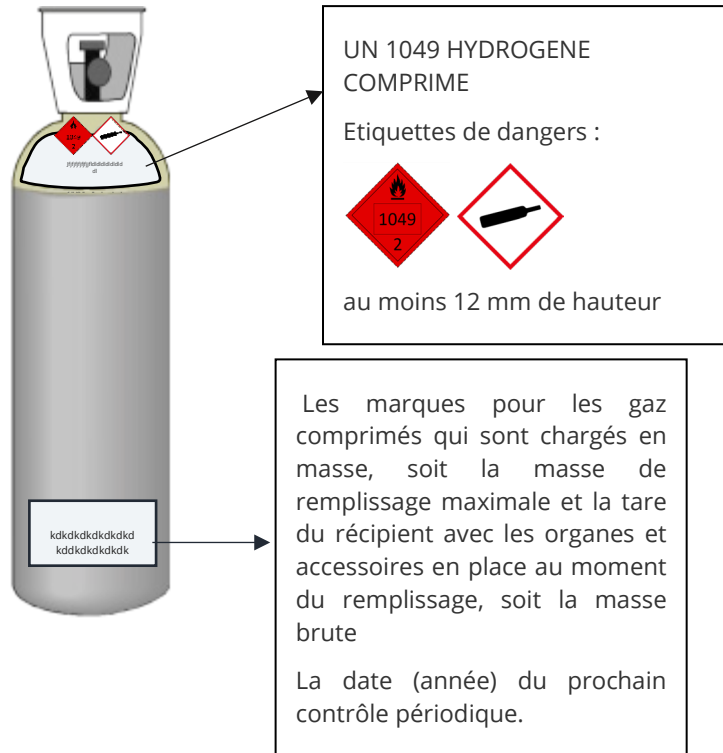


Figure 18 : Récipient à pression rechargeable CGH2

Les flèches d'orientation ne sont pas requises sur les emballages extérieurs contenant des récipients à pression.

Des flèches placées à d'autres fin que pour indiquer l'orientation correcte du colis ne doivent pas être apposées sur un colis dont le marquage est conforme à la présente sous-section.

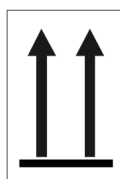


Figure 19 : Type de flèche d'orientation

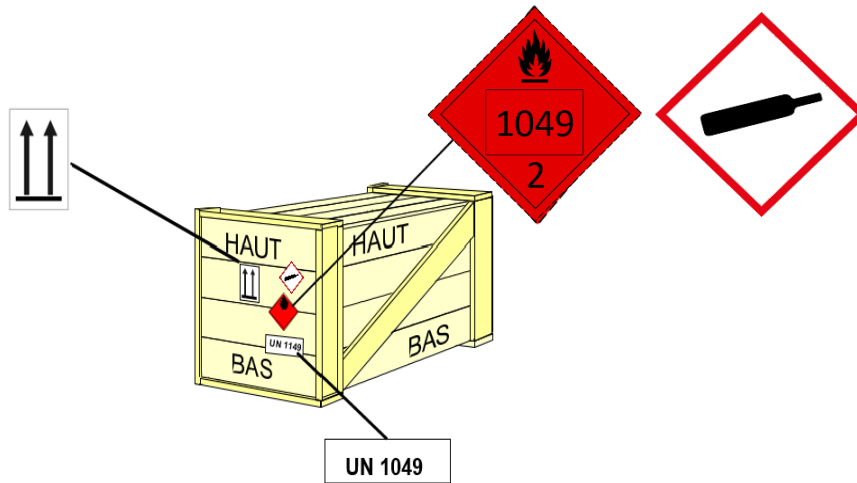


Figure 20 : Etiquettes emballage colis

Dans certains cas, les étiquettes sont montrées avec une bordure extérieure en trait discontinu. Cette bordure n'est pas nécessaire si l'étiquette est appliquée sur un fond de couleur contrastante. Pour le CGH₂, les étiquettes présentées en Figure 21 et Figure 22 doivent être apposées sur les bouteilles et les colis.

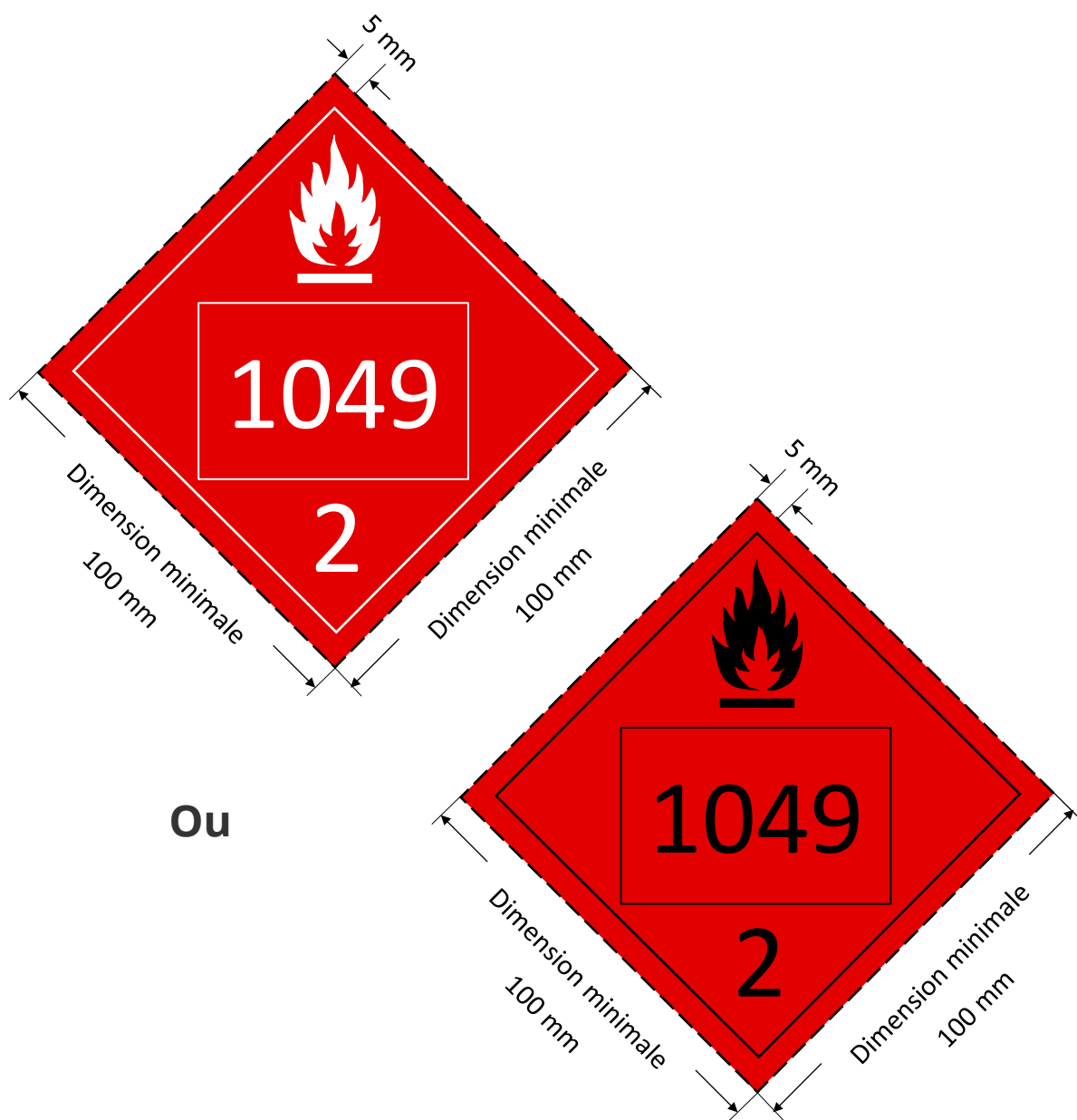


Figure 21 : Etiquette de danger gaz inflammable UN 1049



Figure 22 : Etiquette de danger présence de gaz sous pression

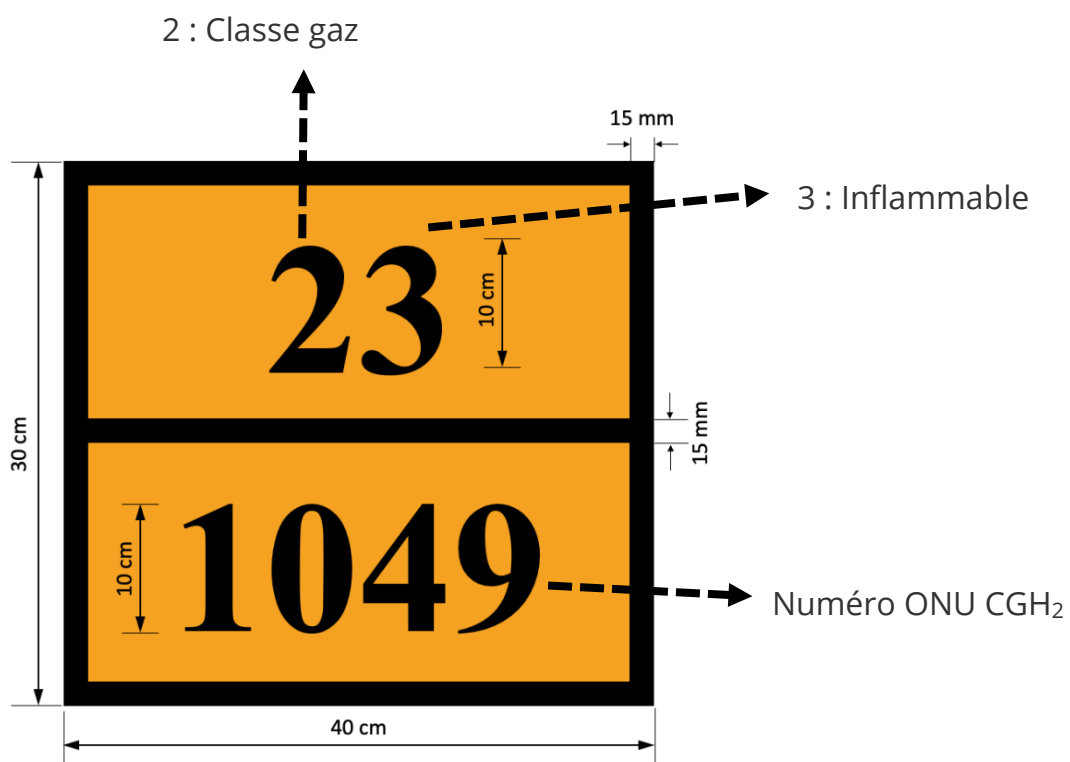


Figure 23 : Signalétique orange pour les unités transportant du CGH₂

Les étiquettes peuvent être remplacées par des marques de danger indélébiles correspondant exactement aux modèles prescrits.

Les signalisations doivent être placées sur le colis de façon telle qu'elles ne soient ni couvertes ni masquées par une partie ou un élément quelconque de l'emballage ou par toute autre étiquette ou marque. ; Les étiquettes doivent être placées l'une à côté de l'autre lorsque plus d'une étiquette est nécessaire. Si les dimensions du colis le permettent, toutes les étiquettes doivent donc être visibles sur une même surface du colis.

Lorsqu'un colis est de forme trop irrégulière ou trop petit pour qu'une étiquette puisse être apposée de manière satisfaisante, celle-ci peut être attachée fermement au colis au moyen d'un cordon ou de tout autre moyen approprié.

Selon le positionnement du conteneur dans une unité de transport, certaines faces peuvent être masquées par d'autres colis. Dans ce cas, les signalisations doivent être apposées sur l'ensemble des faces du conteneur.

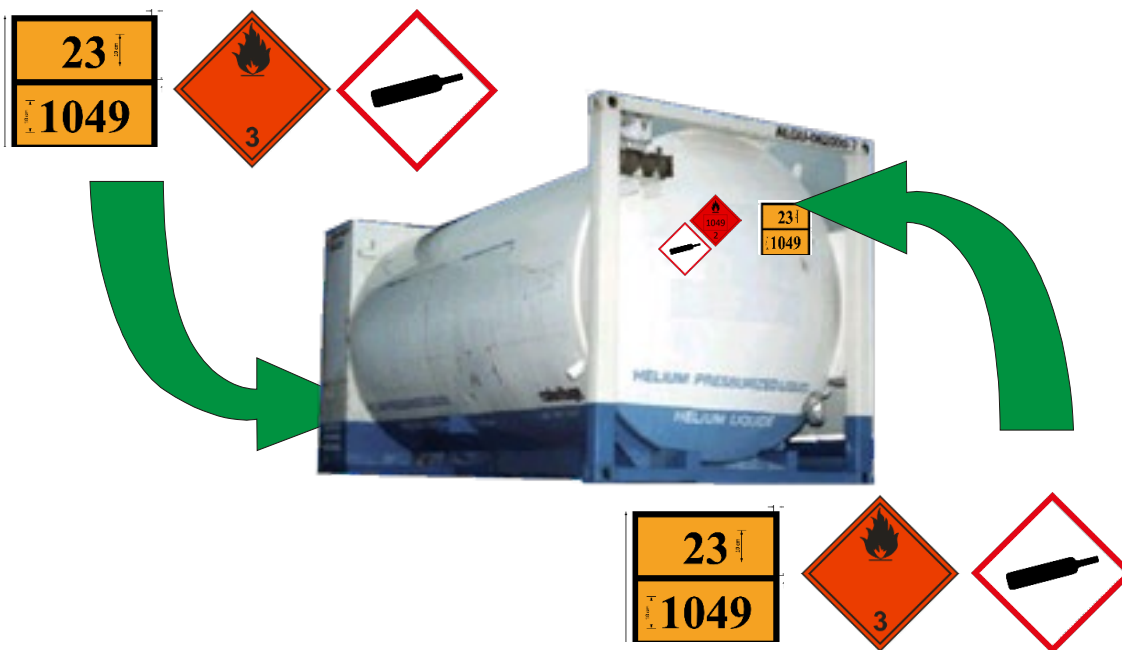


Figure 24 : Signalisation d'un conteneur pour lequel au moins une face avant ou arrière est visible durant le transport

Les 4 faces doivent être étiquetées

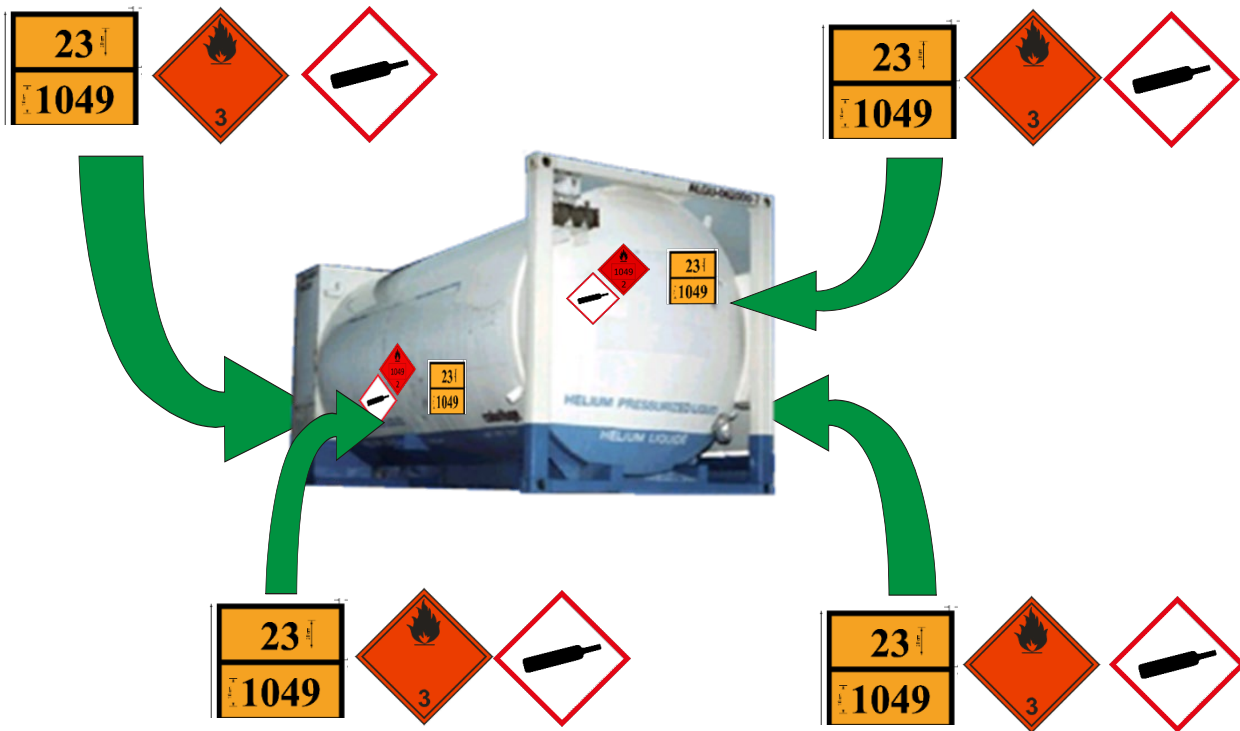
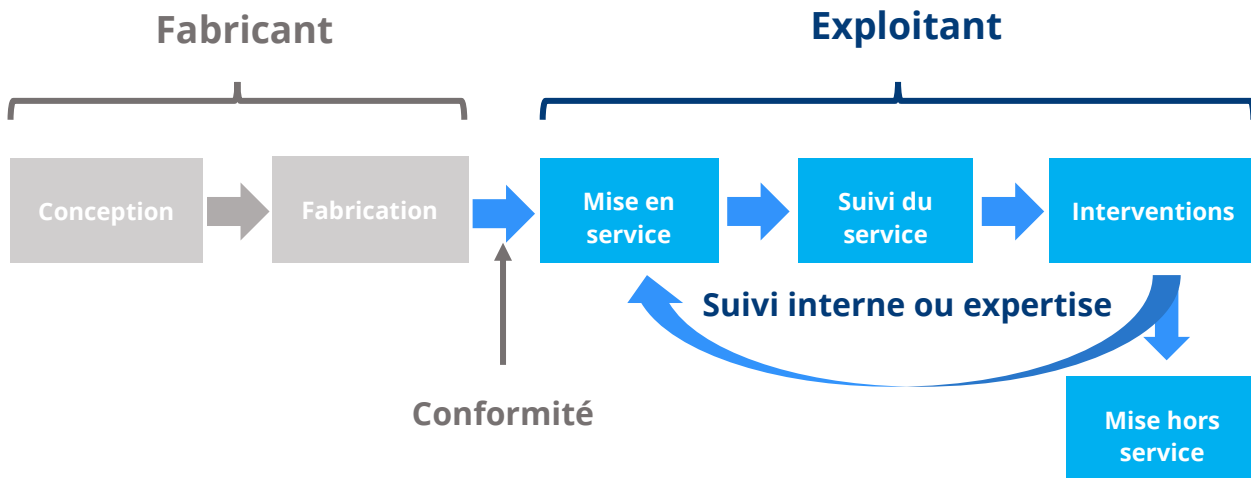


Figure 25 : Signalisation d'un conteneur pour lequel les faces avant et arrière sont susceptibles d'être masquées durant le transport

4.4.2.3 Exploitation des emballages



L'exploitant d'un conteneur-citerne ou d'une citerne mobile doit notamment veiller :

- à l'observation des prescriptions relatives à la construction, à l'équipement, aux contrôles et épreuves et au marquage ;
- à ce que l'entretien des réservoirs et de leurs équipements soit effectué d'une manière qui garantisse que le conteneur-citerne ou la citerne mobile, soumis aux sollicitations normales d'exploitation réponde aux prescriptions de l'ADR, du RID ou du Code IMDG, jusqu'au prochain contrôle ;
- à faire effectuer un contrôle exceptionnel lorsque la sécurité du réservoir ou de ses équipements peut être compromise par une réparation, une modification ou un accident.

L'intervalle entre les épreuves périodiques peut être porté à 15 ans pour les bouteilles en alliage d'aluminium et les cadres de telles bouteilles si les dispositions du paragraphe de l'instruction d'emballage sont appliquées. Ceci ne s'applique pas aux bouteilles en alliage d'aluminium AA 6351.

Pour les bouteilles en acier sans soudure équipées de robinets à pression résiduelle (RPV) (voir NOTA ci-dessous) qui ont été conçus et testés conformément à la norme EN ISO 15996:2005 + A1:2007 ou EN ISO 15996:2017 ainsi que pour les cadres de bouteilles en acier sans soudure équipés d'un ou plusieurs robinet(s) principal(aux) comportant un dispositif à pression résiduelle, testé(s) conformément à la norme EN ISO 15996:2005 + A1:2007 ou EN ISO 15996:2017, l'intervalle entre les épreuves périodiques peut être porté à 15 ans si les dispositions du paragraphe de la présente instruction d'emballage sont appliquées.

NOTA : On entend par « Robinet à pression résiduelle » (RPV), une fermeture comprenant un dispositif à pression résiduelle qui empêche l'entrée de contaminants en maintenant un différentiel positif entre la pression à l'intérieur de la bouteille et la sortie du robinet. Pour éviter tout refoulement de fluides dans la bouteille à partir d'une source de pression plus élevée, une fonction de « soupape anti-retour » (NRV) doit être soit incorporée au dispositif à pression résiduelle, soit assurée par un dispositif supplémentaire dans le robinet de la bouteille, par exemple un détendeur.

Tout au long du cycle de vie d'un récipient, les parties intervenantes dans la chaîne logistique doivent signaler les possibles déformations ou chocs engendrés sur les colis. De même, la signalétique ne doit pas être dégradée et doit rester clairement visible.

L'expéditeur, doit également veiller à ce que même les citernes vides, non nettoyées et non dégazées (véhicules citernes, citernes démontables, véhicules-batteries, CGEM, citernes mobiles, conteneurs-citernes, wagons-citernes et wagons-batterie), ou les véhicules, wagons et conteneurs pour vrac vides, non nettoyés, portent les plaques-étiquettes, marques et étiquettes conformément à la partie 4.4.2.2 et que les citernes vides, non nettoyées, soient fermées et présentent les mêmes garanties d'étanchéité que si elles étaient pleines.

4.4.3 Opérations et transport ADN

4.4.3.1 Signalisation des véhicules

Dans le cas du transport de CGH_2 , un cône de signalisation bleu doit être suspendu. Selon le nombre de cône affecté, des règles de navigation particulières ainsi que de stationnement à quai peuvent être imposées par les règlements particuliers.

Ces signaux sont placés à un endroit approprié et assez haut pour être visible de tous les côtés. Le cône bleu peut être remplacé par un cône bleu à l'avant et un cône bleu à l'arrière du bateau, à une hauteur de 3 m au moins au-dessus du plan des marques d'enfoncement. De nuit les signalisations doivent être éclairées de manière à rester visibles.

La mise en place de ces signaux contraint l'unité de transport fluvial pour son stationnement et sa navigation (Voir le 7.1.5 de l'ADN).

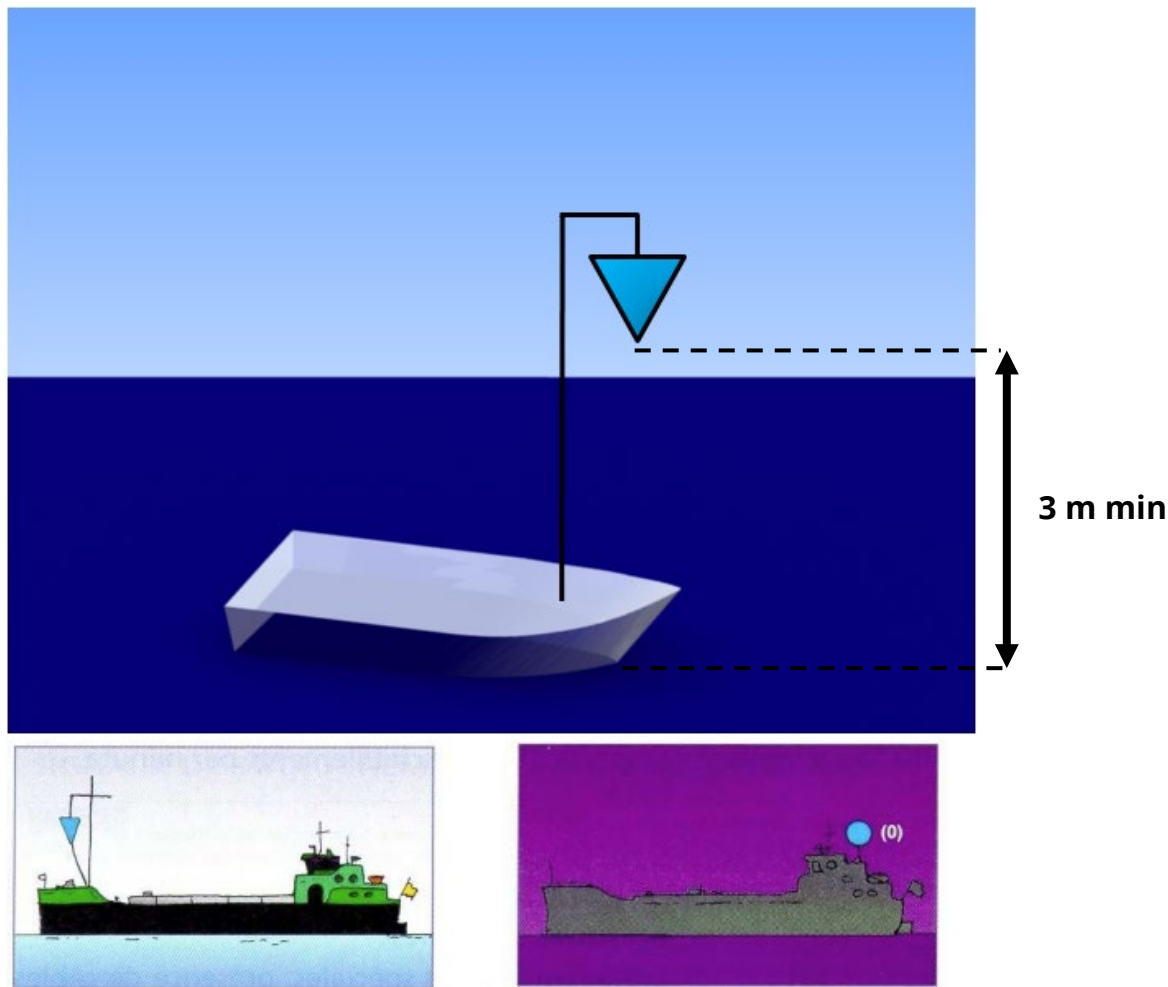


Figure 26 : Schéma de positionnement d'un cône bleu de signalisation

4.4.3.2 Opérations de chargement / déchargement

Le chargeur a les obligations suivantes :

- Il ne doit remettre des marchandises dangereuses au transporteur que si celles-ci sont autorisées au transport conformément à l'ADN ;
- Il doit vérifier, lors de la remise au transport de marchandises dangereuses emballées ou d'emballages vides non nettoyés, si l'emballage est endommagé. Il ne peut remettre au transport un colis dont l'emballage est endommagé, notamment non étanche, et qu'il y a ainsi fuite ou possibilité de fuite de la marchandise dangereuse, que lorsque le dommage a été réparé ; cette même obligation est valable pour les emballages vides non nettoyés ;
- Il doit observer les prescriptions particulières relatives au chargement et à la manutention ;

- Il doit, après avoir chargé des marchandises dangereuses dans un conteneur, respecter les prescriptions relatives au placardage, au marquage et à la signalisation orange ;
- Il doit, lorsqu'il charge des colis, observer les interdictions de chargement en commun en tenant également compte des marchandises dangereuses déjà présentes dans le bateau, le véhicule, le wagon ou le grand conteneur, ainsi que les prescriptions concernant la séparation des denrées alimentaires, autres objets de consommation ou aliments pour animaux ;
- Il doit s'assurer que les installations à terre sont équipées d'un ou deux moyens d'évacuation du bateau en cas d'urgence ;

Dans le cas d'utilisation de citernes, **le chargeur** est nommé remplisseur avec les obligations suivantes :

Obligations relatives au remplissage de citernes (véhicules-citernes, véhicules batteries, citernes démontables, citernes mobiles, conteneurs-citernes, CGEM, wagons-citernes, wagons-batteries) :

- Il doit s'assurer avant le remplissage des citernes que celles-ci et leurs équipements se trouvent en bon état technique ;
- Il doit s'assurer que la date du prochain contrôle pour les citernes n'est pas dépassée ;
- Il ne doit remplir les citernes qu'avec les marchandises dangereuses autorisées au transport dans ces citernes ;
- Il doit, lors du remplissage de la citerne, respecter les dispositions relatives aux marchandises dangereuses dans des compartiments contigus ;
- Il doit, lors du remplissage de la citerne, respecter le taux de remplissage admissible ou la masse admissible du contenu par litre de capacité pour la marchandise de remplissage ;
- Il doit, après le remplissage de la citerne, s'assurer que toutes les fermetures sont en position fermée et qu'il n'y a pas de fuite ;
- Il doit veiller à ce qu'aucun résidu dangereux de la marchandise de remplissage n'adhère à l'extérieur des citernes qui ont été remplies par lui ;
- Il doit, lorsqu'il prépare les marchandises dangereuses aux fins de transport, veiller à ce que les plaques-étiquettes, marques, panneaux orange et étiquettes soient apposées ;

Obligations relatives au chargement de marchandises dangereuses solides en vrac dans des véhicules, wagons ou conteneurs :

- Il doit s'assurer, avant le chargement, que les véhicules, wagons et conteneurs, et le cas échéant leur équipement sont en bon état technique et que le transport en vrac des marchandises dangereuses concernées dans ces véhicules, wagons ou conteneurs est autorisé ;
- Il doit veiller après le chargement à ce que la signalisation orange et les plaques étiquettes ou étiquettes prescrites soient apposées conformément aux prescriptions applicables à ces véhicules, wagons ou conteneurs ;
- Il doit, lors du remplissage de véhicules, wagons ou conteneurs avec des marchandises dangereuses en vrac, s'assurer de l'application des dispositions pertinentes du chapitre 7.3 de l'ADR ou du RID ;

Obligations relatives au remplissage des citernes à cargaison :

- Il doit remplir sa partie de la liste de contrôle avant le chargement des citernes à cargaison d'un bateau-citerne ;
- Il ne doit remplir les citernes à cargaison qu'avec des marchandises dangereuses admises dans ces citernes ;
- Il doit, lorsque cela est nécessaire, remettre une instruction de chauffage en cas de transport de matières dont le point de fusion est supérieur ou égal à 0 °C ;
- Il doit s'assurer que lors du chargement le déclencheur du dispositif automatique permettant d'éviter un sur-remplissage interrompt la ligne électrique établie et alimentée par l'installation à terre et qu'il puisse prendre les mesures contre un sur-remplissage ;
- Il doit s'assurer que les installations à terre sont équipées d'un ou deux moyens d'évacuation du bateau en cas d'urgence ;
- Il doit s'assurer que dans la conduite de retour de gaz, lorsqu'elle est prescrite et lorsque la protection contre les explosions est exigée, il y ait un coupe-flammes protégeant le bateau contre les détonations et les passages de flammes provenant du côté terre ;
- Il doit s'assurer que les débits de chargement sont conformes aux instructions relatives aux débits de chargement et de déchargement et que la pression au point de raccordement de la conduite d'évacuation de gaz et de la conduite de retour de gaz n'est pas supérieure à la pression d'ouverture de la soupape de surpression/soupape de dégagement à grande vitesse ;
- Il doit s'assurer que les joints qu'il a mis à disposition pour l'étanchéification des raccords entre les tuyauteries de chargement et de déchargement du bateau et de la terre sont en un matériau qui ne soit pas attaqué par la cargaison, ni ne cause de décomposition de celle-ci ni ne provoque de réaction nocive ou dangereuse avec celle-ci ;

- Il doit s'assurer que pour toute la durée du chargement une surveillance permanente et appropriée est assurée ;

Obligations relatives au chargement de marchandises dangereuses solides en vrac dans des bateaux :

- Lorsqu'il applique une disposition spéciale, doit garantir et documenter par une procédure appropriée que la température maximale admissible de la cargaison n'est pas dépassée et doit remettre des instructions sous forme traçable au conducteur ;
- Il ne doit charger dans le bateau que des marchandises dangereuses dont le transport en vrac dans ce bateau est autorisé ;
- Il doit s'assurer que les installations à terre sont équipées d'un ou deux moyens d'évacuation du bateau en cas d'urgence.

4.4.3.3 Le transporteur

Le transporteur doit :

- vérifier que les marchandises dangereuses à transporter sont autorisées au transport conformément à l'ADN ;
- s'assurer que toutes les informations prescrites dans l'ADN concernant les marchandises dangereuses à transporter ont été transmises par l'expéditeur avant le transport, que la documentation prescrite se trouve à bord du bateau ou, si des techniques de traitement électronique de l'information (TEI) ou d'échange de données informatisées (EDI) sont utilisées, que les données sont disponibles pendant le transport d'une manière au moins équivalente à celle de la documentation papier ;
- s'assurer visuellement que le bateau et le chargement ne présentent pas de défauts manifestes, de fuites ou de fissures, qu'ils ne manquent pas de dispositifs d'équipements, etc.. ;
- s'assurer qu'un second moyen d'évacuation en cas d'urgence est prévu le long du bateau lorsque les installations à terre ne sont pas équipées du second moyen d'évacuation nécessaire ;

NOTA: Avant le chargement ou le déchargement, le transporteur doit vérifier la disponibilité des moyens d'évacuation en concertation avec l'exploitant de l'installation à terre ;

- vérifier que les bateaux ne sont pas surchargés ;

- s'assurer que ne sont utilisés dans les zones de risque d'explosion à bord du bateau que des installations et équipements électriques et non électriques qui satisfont aux exigences pour une utilisation dans la zone concernée ;
- fournir au conducteur les consignes écrites et s'assurer que les équipements prescrits dans les consignes écrites se trouvent à bord du bateau ;
- s'assurer qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à la signalisation du bateau ;
- s'assurer que pendant le chargement, le transport, le déchargement et toute autre manutention de marchandises dangereuses dans les cales ou dans les citernes à cargaison, les prescriptions particulières sont observées ;
- s'assurer que la liste des matières transportables par le bateau est en accord avec les obligations de conformités ;
- remplir sa partie de la liste de contrôle avant le dégazage d'une citerne vide ou déchargée et le raccordement des tuyauteries destinées au chargement et au déchargement des bateaux-citernes dans une station de réception ;
- remplir sa partie de la liste de contrôle avant le chargement et le déchargement des citernes à cargaison d'un bateau-citerne.

Ceci doit être fait, le cas échéant, sur la base des documents de transport et des documents d'accompagnement par un examen visuel du bateau ou des conteneurs et, le cas échéant, du chargement.

Si le transporteur constate une infraction aux prescriptions de l'ADN, il ne doit pas acheminer l'envoi jusqu'à la mise en conformité.

4.4.3.4 Réception des marchandises dangereuses

Le déchargeur doit :

- s'assurer que les marchandises sont bien celles à décharger, en comparant les informations y relatives dans le document de transport avec les informations sur le colis, le conteneur, la citerne, la MEMU, le CGEM ou le moyen de transport ;
- vérifier, avant et pendant le déchargement, si les emballages, la citerne, le moyen de transport ou le conteneur ont été endommagés à un point qui pourrait mettre en péril les opérations de déchargement. Si tel est le cas, s'assurer que le déchargement n'est pas effectué tant que des mesures appropriées n'ont pas été prises ;
- respecter toutes les prescriptions applicables au déchargement et à la manutention ;

- immédiatement après le déchargement de la citerne, du moyen de transport ou du conteneur ;
- enlever tout résidu dangereux qui aurait pu adhérer à l'extérieur de la citerne, du moyen de transport ou du conteneur pendant le déchargement ; et
- pendant le déchargement des colis, veiller à la fermeture des vannes et des ouvertures d'inspection ;
- veiller à ce que le nettoyage et la décontamination prescrits des moyens de transport ou des conteneurs soient effectués ;
- veiller à ce que les conteneurs, véhicules et wagons une fois entièrement déchargés, nettoyés et décontaminés, ne portent plus les plaques-étiquettes, les marques et la signalisation orange qui avaient été apposées ;
- s'assurer que les installations à terre sont équipées d'un ou deux moyens d'évacuation du bateau en cas d'urgence ;

Obligations additionnelles relatives au déchargement des citernes à cargaison

- remplir sa partie de la liste de contrôle avant le déchargement des citernes à cargaison d'un bateau-citerne ;
- s'assurer que dans la conduite de retour de gaz, lorsqu'un raccordement à la conduite d'évacuation de gaz est exigé et lorsque la protection contre les explosions est exigée, il y ait un coupe-flammes protégeant le bateau contre les détonations et les passages de flammes provenant du côté terre ;
- s'assurer que les débits de déchargement sont conformes aux instructions relatives aux débits de chargement et de déchargement et que la pression au point de raccordement de la conduite d'évacuation de gaz et de la conduite de retour de gaz n'est pas supérieure à la pression d'ouverture de la soupape de surpression/soupape de dégagement à grande vitesse ;
- s'assurer que les joints qu'il a mis à disposition pour l'étanchéification des raccords entre les tuyauteries de chargement et de déchargement du bateau et de la terre sont en un matériau qui ne soit pas attaqué par la cargaison, ni ne cause de décomposition de celle-ci ni ne provoque de réaction nocive ou dangereuse avec celle-ci ;
- s'assurer que pour toute la durée du déchargement une surveillance permanente et appropriée est assurée ;
- s'assurer que, durant le déchargement au moyen de la pompe de bord, celle-ci puisse être mise à l'arrêt à partir de l'installation à terre.

Si le déchargeur fait appel aux services d'autres intervenants (nettoyeur, station de décontamination, etc.), ou utilise les pompes du bateau il doit prendre des mesures appropriées pour assurer que les prescriptions de l'ADN ont été respectées.

Le destinataire a l'obligation de ne pas différer sans motif impératif l'acceptation de la marchandise, et de vérifier avant, pendant ou après le déchargement, que les prescriptions le concernant de l'ADN sont respectées.

Le destinataire doit effectuer dans les cas prévus par l'ADN le nettoyage et la décontamination prescrits des bateaux.

4.4.4 Formations et certification pour le transport fluvial de matières dangereuses

4.4.4.1 Formation

Chaque acteur dans le transport des marchandises dangereuses se doit de recevoir une formation adaptée à ses fonctions et ses responsabilités. Cette formation doit permettre de les sensibiliser aux différents risques pouvant être rencontrés. Pour l'ensemble de la chaîne logistique cette formation n'est pas cadrée par voie réglementaire. Les conducteurs ou les capitaines de bateau doivent justifiés d'une formation réglementaire. Elle est définie par les règlements de transports de matières dangereuses (ADR, ADN et RID).

4.4.4.2 Certification d'expert ADN

Les transporteurs, capitaine de bateau doivent obtenir un certificat d'expert ADN afin de pouvoir réaliser le transport de matières dangereuses. Cette qualification est un examen à renouveler tous les 5 ans. L'expert ADN doit obtenir un certificat de base et pour des transports particuliers à fort risque chimique ou de gaz en bateau-citerne, des modules complémentaires doivent également être obtenus.


4.4.4.3 Certification de conseiller à la sécurité ADN

L'entreprise doit déclarer aux administrations quel est le conseiller à la sécurité référent pour le transport de marchandises dangereuse.

Formé en tant que tel le conseiller à la sécurité doit à minima auditer la chaîne logistique et établir un rapport annuel à transmettre aux autorités compétentes.

Il doit également intervenir et rédiger un rapport en cas d'incident ou accident lié au transport de la marchandise dangereuse. Si l'accident est significatif, les autorités compétentes doivent être averties.

La certification de conseiller à la sécurité doit également être renouvelée tous les 5 ans lors d'un examen. Le conseiller à la sécurité est référencé auprès des administrations et comme l'expert ADN, des modules particuliers doivent être obtenus en fonction de la classe de danger des marchandises (chimie, gaz, matières radioactives).



FRANCE

En application de l'article 1 de l'arrêté du 6 février 2019 (JO du 21 février 2019), le CIFMD délivre à

Nom prénom

Date de Naissance: | Lieu de Naissance:
Nationalité:

Le certificat de

CONSEILLER A LA SECURITE POUR LE TRANSPORT DE MARCHANDISES DANGEREUSES

Pour les entreprises de transport de marchandises dangereuses ainsi que pour les entreprises effectuant des opérations d'expédition, d'emballage, de remplissage, de chargement ou de déchargement liées à ce transport.

Pour le(s) mode(s) de transport suivant(s):

Route:
 Chemin de fer:
 Voie navigable:

Classes de marchandises:

Classe 1:
 Classe 2:
 Classe 7:
 Classe 3, 4, 1, 4, 2, 4, 3, 5, 1, 5, 2, 6, 1, 6, 2, 8 et 9 :

N° ONU 1202, 1203, 1223, 3475, le carburant aviation N° ONU 1268 ou 1863 de la classe 3 :

Numéro de certificat : | Valable jusqu'au :

Signature du titulaire Fait à Puteaux le:
Le Président du CIFMD

Figure 27 : Exemple de certificat de conseiller à la sécurité ADR et ADN (hors marchandises classes 1, 2 et 7)

5 Cas d'usage de transport sur la Seine à Paris

5.1 Contexte réglementaire particulier

Les prescriptions particulières à la navigation sur la Seine et spécifiquement sur la portion traversant Paris sont définies dans le règlement particulier de police d'itinéraire Seine-Yonne (RPP): https://www.prefectures-regions.gouv.fr/ile-de-france/content/download/60542/398233/file/RPP_SEINE-YONNE_2019.pdf

Ce règlement particulier de police ne concerne pas la navigation sur les canaux parisiens, ces derniers ne faisant pas partis des itinéraires définis dans ce cas d'usage.

5.2 Contexte d'exploitation

5.2.1 Description du cas d'usage

Pour ce scénario, une zone de production de H2 est envisagée en bord à voie d'eau à Vitry-sur-Seine. Les conteneurs chargés pourront être acheminés et distribués vers 6 emplacements bord à voie d'eau entre Vitry-sur-Seine et le port de Gennevilliers.



Figure 28 : Cartographie des emplacements pour le cas d'usage à Paris



Figure 29 : Implantation du site de production à Vitry-sur-Seine

1



2



3

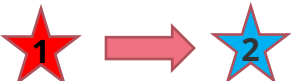



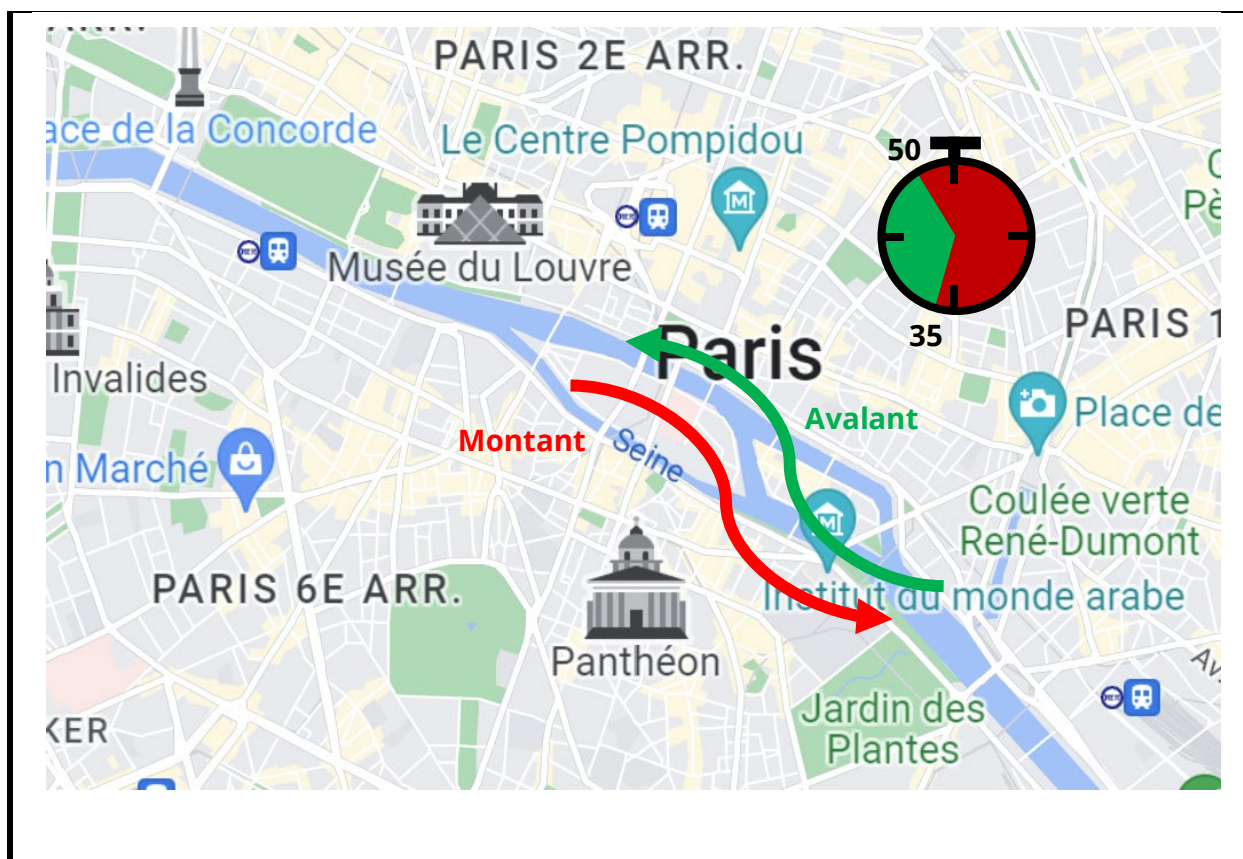
4









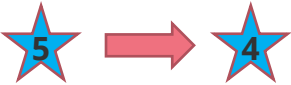
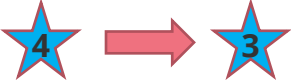
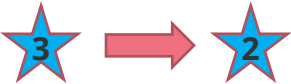
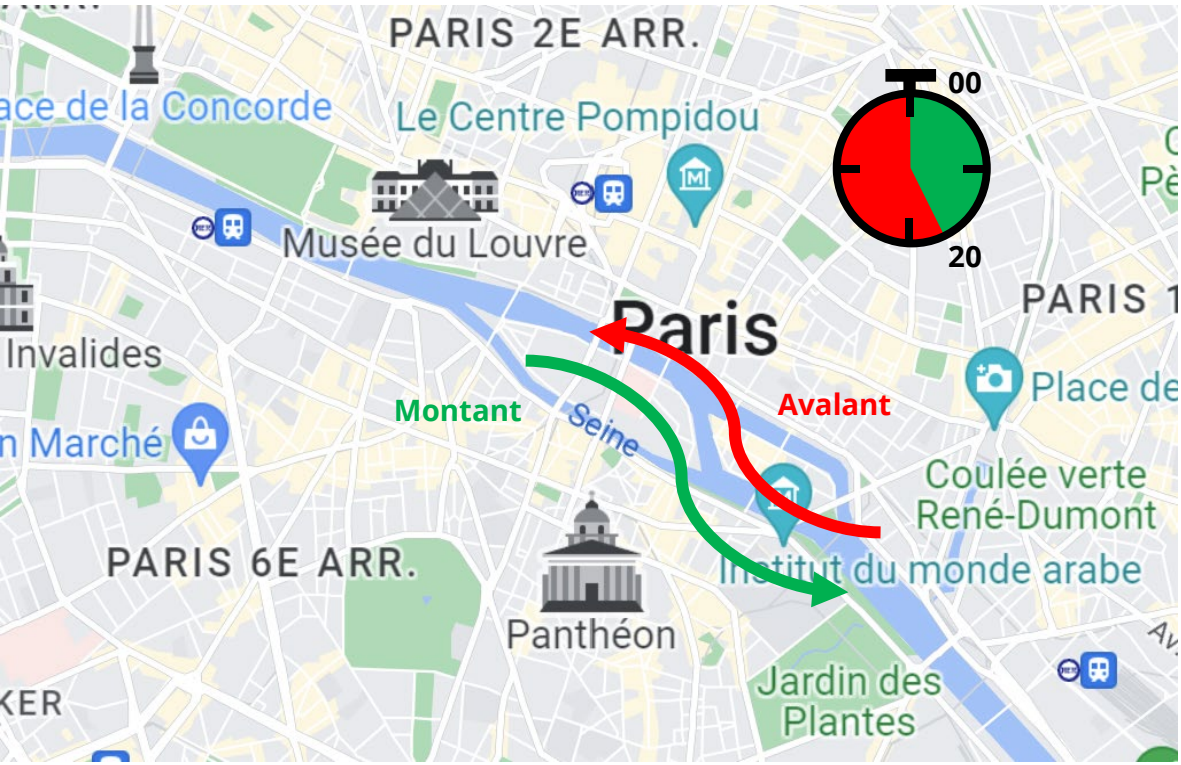



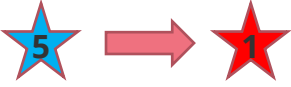
5.2.2 Les temps de navigation

Navigation AVALANT	Temps de navigation estimé
	45 min
De Vitry-sur-Seine à Ivry sur Seine 1 écluse à passer – Port à l’anglais	
	De 1h30 à 2h
Horaire alternat (sens alterné) : Avalant passage toutes les heures de 35 à 50	



 → 	2 heures
1 écluse à passer – Suresnes	
 → 	40 min
 → 	4 heures 15

Navigation MONTANT	Temps de navigation estimé
	50 min
	2h15
1 écluse à passer – Suresnes	
	De 2h à 2h30
<p>Horaire alternat (sens alterné): Avalant passage toutes les heures de 35 à 50</p> 	
	1 heure

1 écluse à passer – Port à l'anglais	
	6h05

5.2.3 Echelle de valeurs

Pour le transport de conteneurs par voie fluviale :

Le prix pour acheminer un conteneur 20 pieds, entre Le Havre et le port de Gennevilliers coûte unitairement 780€ dont 170 € pour l’acheminement des derniers kilomètres par camion. Le temps total de navigation est estimé à environ 21h.

Les prix pour traverser Paris peuvent varier selon les disponibilités des bateaux, le nombre de conteneurs, les possibilités de mutualisation avec d’autres marchandises ainsi que la fréquence des transports. Selon les négociations, le coût de transport d’un conteneur 20 pieds peut ainsi varier entre 200 € et 900 € pour traverser Paris.

Pour la manutention des conteneurs :

L’achat d’un chariot Reach-Stacker peut s’avérer complexe est très couteux mais il est possible de faire appel à des sociétés spécialisée dans la manutention des marchandises transitant par le fleuve.

En moyenne il faut compter entre 42 € HT et 50 € HT par cycle de manutention de conteneur. Le choix du site de chargement et déchargement peu influencer le prix.

L’immobilisation et le déplacement d’un cariste sur un terminal peut coûter 240 €HT / jour.

5.3 Restrictions et Limitations

5.3.1 Le bateau

De nombreux ponts enjambent successivement la Seine dans Paris intra-muros. En raison du faible espacement entre ces obstacles et des dimensions des écluses, les dimensions maximales autorisées pour la navigation dans Paris sont limitées.

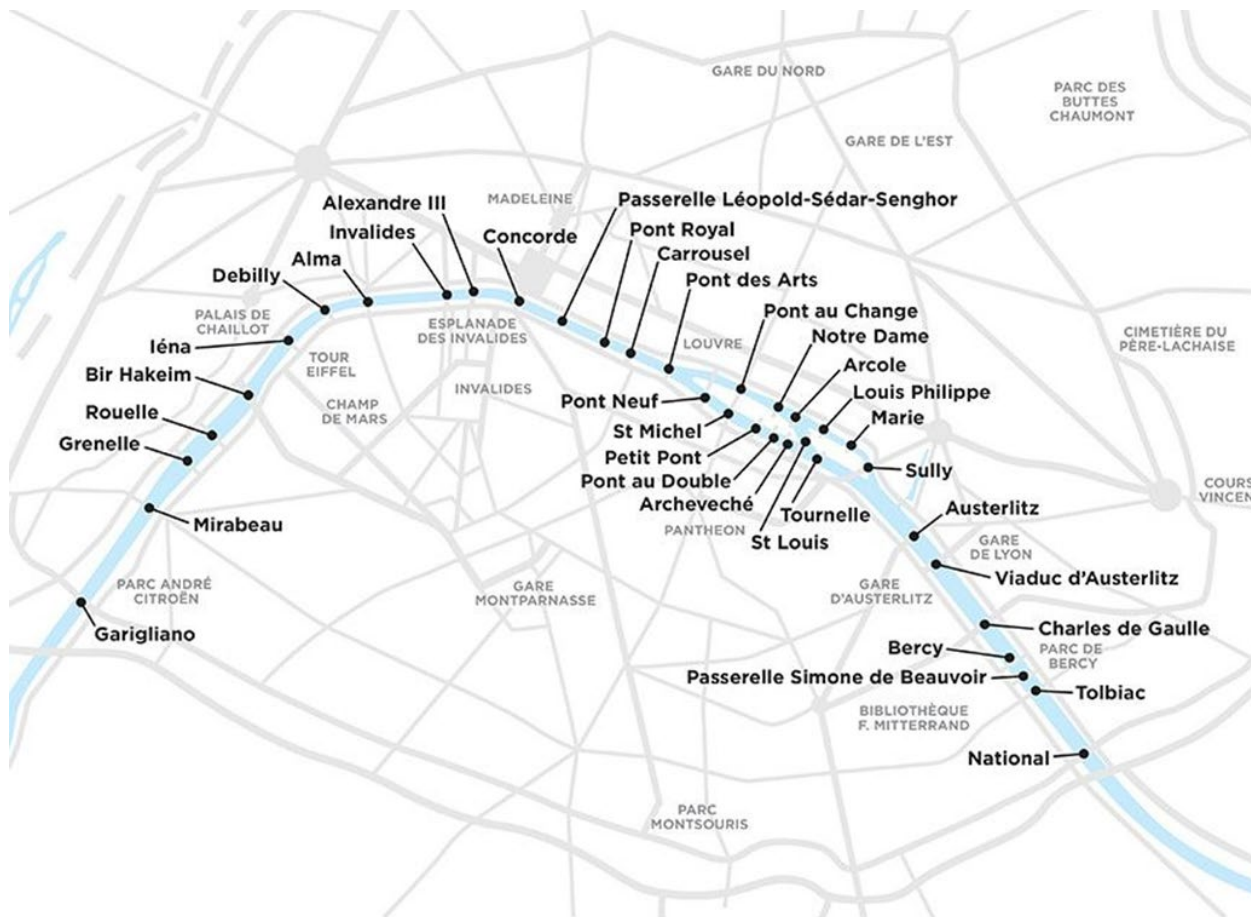


Figure 30 : Cartographie des 35 ponts parisiens

Tableau 13 : Dimensions maximales autorisées sur la Seine

PASSAGE DE PARIS DIMMENSIONS MAXIMUM	Longueur	Largeur
Du pont du périphérique amont au pont Sully	180,00 m	11,50 m
Du pont Sully au pont de Bir Hakeim	125,00 m	11,50 m
Du pont de Bir Hakeim au pont du périphérique aval	180,00 m	11,50 m

Pour traverser Paris, le transport ne peut donc pas excéder 125 mètres de longueur et 11,50 mètres de largeur.

Cependant, pour éviter de subir les restrictions de navigation lors de faibles crues, la plupart du temps l'utilisation de bateaux dont la longueur n'excède pas 110 mètres est préférable (voir 5.3.2).

5.3.2 Les restrictions et arrêts de navigation

En Seine, le risque d'arrêt de navigation pour des hauteurs d'eau trop basses n'est pas avéré. Cependant, des restrictions et des arrêts de navigation peuvent être imposés lors d'épisodes de crue.

La Seine est considérée en crue entre les ponts amont et aval du périphérique lorsque la hauteur d'eau mesurée à la station du pont d'Austerlitz dépasse 1,60 mètres.

Les restrictions de la navigation en temps de crues sont les suivantes :

Restrictions générales dès que la cote de 1,60 m mesurée à la station Vigicrues du pont d'Austerlitz est atteinte :

La longueur autorisée des bateaux est réduite à 105 m entre le pont Sully et le pont de Bir Hakeim. Le demi-tour est interdit entre le pont Sully et le pont d'Austerlitz pour les bateaux d'une longueur de plus de 40 m.

Des restrictions complémentaires sont définies selon les hauteurs d'eau suivantes :

- Dès la cote de 2,00 m à la station Vigicrues du pont d'Austerlitz, les manœuvres de virement à l'aval du pont de Grenelle sont interdites pour les bateaux de plus de 110 m ;
- Dès la cote de 2,50 m à la station Vigicrues du pont d'Austerlitz, la navigation des bateaux à passagers de plus de 110 m est interdite. Le bras Marie est interdit aux bateaux à passagers. Le bras de la Monnaie n'est autorisé qu'aux bateaux à passagers ;
- Dès la cote de 3,00 m à la station Vigicrues du pont d'Austerlitz, le bras de la Monnaie est interdit à la navigation ;
- Dès la cote de 4,30 m à la station Vigicrues du pont d'Austerlitz, la navigation est interdite entre le pont de Grenelle et l'aval de l'entrée au bassin de l'Arsenal ce qui signifie l'arrêt de navigation dans Paris.

Le Tableau 8 suivant recense le nombre de jour durant lesquels la Seine était en crue, avec des restrictions de navigation. Parmi ces jours de crue, des arrêts de navigation

ont également été prononcés. Un graphique représentant les hauteurs d'eau au cours des périodes est disponible en Annexe 7 page 117.

Cette plage de données comprend les périodes de crues majeures survenues en juin 2016 (6.1 m) et en janvier 2018 (5.88 m).

Tableau 14 : Recensement des jours de crues et d'arrêt de navigation à Paris entre 2016 et 2022

Période	Nombre de jour de crue de la Seine	Nombre de jour avec arrêt de navigation
2016	119	7
2017	43	0
2018	117	21
2019	40	0
2020	81	0
2021	89	9
2022	25	0
Total général	514	37
Moyenne annuelle	73	5

6 Conclusions et recommandations

A partir d'un état des lieux des pratiques, des infrastructures disponibles et de la réglementation à date, cette étude a permis d'identifier les possibilités pour le transport de l'hydrogène par voie fluviale. Différentes solutions peuvent être envisagées.

En l'état actuel de la réglementation et des contraintes d'exploitations, le transport de CGH_2 serait envisageable par conteneur 20 pieds composés de multiples bouteilles. Ces éléments multiples seraient les plus adaptés pour une approche multimodale entre le fleuve et la route mais aussi pour les livraisons vers les clients finaux. Deux types d'opérations de chargement et de livraison peuvent être envisagés à partir des contenants sur un bateau :

- Le transbordement, déplacement du produit dans les contenants vers le client. Cette méthode nécessite des engins de levage ayant une capacité suffisante. Les risques liés au levage de charge lourde, aux chocs des contenants sont à étudier.
- L'avitaillement, déplacement du produit au moyen de flexibles ou tuyauterie vers les réservoirs client. Cette méthode nécessite un transfert de pression, soit d'un contenant haute pression vers un contenant ayant une pression plus faible, soit au moyen d'un compresseur. Les risques liés à l'utilisation de raccords, l'éclatement de flexibles sont à étudier.

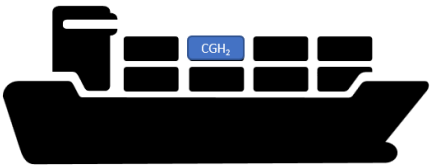
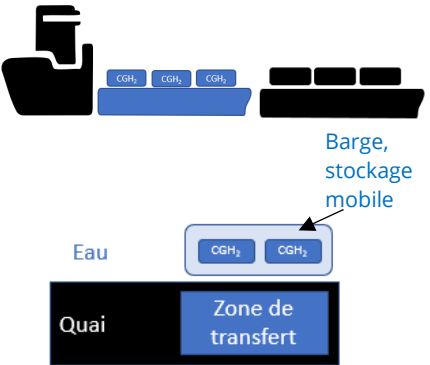
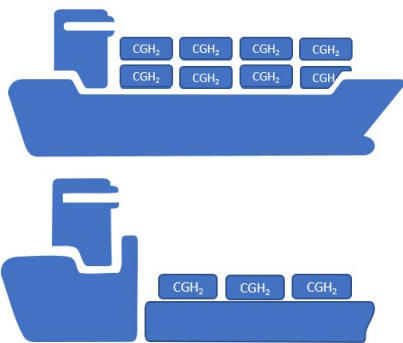
Pour répondre aux besoins variés, un bateau cumulant les deux types de transfert est envisageable.

Le transport de ce type de contenant pourrait être réalisé par bateaux ou barges dites à « cargaison sèche ». L'utilisation de bateau-citerne nécessiterait la construction de bateaux spécifiques avec des autorisations administratives lourdes, engendrant des coûts élevés actuellement non envisagés.

Selon les cas d'usages, situations géographique et volumes transportés, le transport de CGH_2 peut être mutualisé avec d'autres marchandises afin de réduire les coûts.

Des barges peuvent être utilisées comme stockage tampon à proximité des sites de production ou de livraison de CGH_2 . Ces barges devraient être autorisées pour le transport de matières dangereuses selon l'ADN mais n'entreraient pas dans le champ réglementaire des ICPE. Selon les opportunités et les occupations des sols, réserver un quai peut s'avérer plus facilement réalisable qu'obtenir un emplacement à terre. De plus, l'emplacement peut être rapidement déplacé si les conditions d'exploitation venaient à changer.

Tableau 15 : Synthèse des typologies de transport envisagées en fonction de la maturité de la logistique du CGH₂

Maturité de la filière	Schématisation des moyens de transport	Commentaires
Transport par bateau mutualisé avec d'autres marchandises		
Initiale à intermédiaire		<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'augmenter les flux progressivement • Dépend des flux de marchandises présents sur le secteur et des négociations des contrats
Transport par barge et pousseur mutualisé avec d'autres services de transport		
Intermédiaire		<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'utiliser les barges comme stockage tampon à proximité des zones de chargement et déchargement • Stockages tampons (ADN) pouvant être facilement déplacés selon les besoins et projets • Possibilité de mutualiser le transport avec d'autres activités
Transport par bateau ou barge et pousseurs dédiés au transport de CGH₂		
Avancée		<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite des flux importants pour être rentables • Permet une meilleure gestion des équipements et des risques spécifiques au CGH₂

Quel que soit la méthode de transport choisie, les rôles des différents acteurs doivent être clairement attribués pour chaque étape. L'étude du respect des exigences réglementaires pour le transport de matières dangereuses doit être réalisée par un ou plusieurs conseiller(s) à la sécurité déclaré(s) auprès des

administrations. L'ensemble de la chaîne logistique du transport du CGH₂ doit être couverte dans le cadre de cette mission.

Le retour d'expérience pour le transport du CGH₂ étant encore relativement faible, la réglementation applicable est donc moins précise, spécifique, pour certains cas d'utilisation. Avec le développement de la filière CGH₂, il est très probable que de nouveaux règlements plus spécifiques encadreront les usages. Dans cette optique, il est important de bâtir chaque projet en échange avec les administrations compétentes pour permettre des évolutions en phase avec les réalités d'exploitations.

7 Annexes

Annexe 1 : Tableau d'exemple de bateaux de marchandises et leurs caractéristiques

Type de bateau	Caractéristiques. https://www.itb-info.be/fr/gp_types-de-bateaux-en-navigation-interieure
SPITZ	<ul style="list-style-type: none"> • Classe : I • Longueur : 38,50 m • Largeur : 5,05 m • Tirant d'eau : 2,20 m • Tonnage : 250 à 400 t (ou 14 camions)
CAMPINOIS	<ul style="list-style-type: none"> • Classe : II • Longueur : 50 à 63 m • Largeur : 6,60 m • Tirant d'eau : 2,50 m • Tonnage : 400 à 600 t (ou 22 camions ou 32 conteneurs EVP)
DORTMUND-EMS-KANAAL - D.E.K. (Gustav Koenigs)	<ul style="list-style-type: none"> • Classe : III • Longueur : 67 à 80 m • Largeur : 8,20 m • Tirant d'air : 2,50 m • Tonnage : 650 à 1.000 t ou 36 camions
RHEIN HERNE KANAAL - R.H.K. (Johan Welker)	<ul style="list-style-type: none"> • Classe : IV • Longueur : 80 à 85 m • Largeur : 9,50 m • Tirant d'eau : 2,50 m • Tonnage : 1.000 à 1.500 t. (ou 60 camions ou 90-99 conteneurs EVP)
GRAND RHENAN	<ul style="list-style-type: none"> • Classes : Va et VIb • Longueur : 95 à 140 m • Largeur : 11,40 à 15 m • Tirant d'eau : 2,50 à 3,90 m • Tonnage : 1.500 à 3.500 t (ou 140 camions ou 200 conteneurs EVP)
BATEAU - CITERNE	<ul style="list-style-type: none"> • Longueur : 50 à 100 m • Largeur : 11,40 m • Tirant d'eau : 2,20 à 3,50 m. • Tonnage : 500 à 3.000 t (ou 120 camions)
BATEAU CONTENEURS	<ul style="list-style-type: none"> • Classe : VI • Longueur : 140 m • Largeur : 17 m • Tirant d'eau : 3 m • Capacité : 470 conteneurs EVP

POUSSEUR	<ul style="list-style-type: none"> • Longueur : 5 à 40 m • Largeur : 5 à 11,40 m • Puissance : 400 à 6.000 CV
BARGE EUROPA TYPE I	<ul style="list-style-type: none"> • Longueur : 70 m • Largeur : 9,50 m • Tonnage : 1.500 t
BARGE EUROPA TYPE II - IIa	<ul style="list-style-type: none"> • Longueur : 76,50 m • Largeur : 11,40 m • Tonnage : 2.000 à 2.500 t
BARGE EUROPA TYPE III	<ul style="list-style-type: none"> • Longueur : 100 à 110 m • Largeur : 11,40 m • Tonnage : 3.000 à 4.500 t
CONVOI POUSSE Formation courte	<ul style="list-style-type: none"> • Classes : IV, Va et VIa • Longueur : 85 m à 110 m • Largeur : 9,50 à 22,80 m • Tonnage : 1.250 à 6.000 t
CONVOI POUSSE Formation moyenne	<ul style="list-style-type: none"> • Classes : V, Vb, VIb et VIc • Longueur : 172 à 200 m • Largeur : 11,40 à 34,20 m • Tonnages : 3.200 à 18.000 t
CONVOI POUSSE Formation longue	<ul style="list-style-type: none"> • Classes : VIc et VII • Longueur : 270 à 285 m • Largeur : 22,80 à 34,20 m • Tonnages : 9.600 à 27.000 t

Annexe 2 : Tableau d'exemple de contenant envisageable pour transporter du CGH₂

Contenant d'H ₂	Volume intérieur	Pression	Masse à vide du contenant	Masse d'H ₂	Matériau	Type	Coût	Référence	Utilisation	Norme
Réservoir <i>MAYTHEC</i>	850 L (Ø 84 x 187 cm)	60 bar À 15°C	215 kg	4,2 kg	Liner polymère renforcé par un matériau en carbone composite autour Embase en acier inoxydable-alliage aluminium	Type IV		mahytec.com	20 ans, 10000 cycles	Test selon AD2000 - PED 2014/68/EU
Réservoir <i>MAYTHEC</i>	160 L / 200 L 250 l / 300 L (Ø 49 x 307 cm)	500 bar	150 kg 180 kg 210 kg 240 kg	5 kg 6,5 kg 8 kg 9,5 kg	Liner polymère avec carbone composite autour Embase en acier inoxydable-alliage d'aluminium	Type IV		mahytec.com france- hydrogene- page3	Rack en multiples de 3 possibles 10 ans, 5000 cycles	EN 12245 - PED 2014/68/EU à TPED 2010/35/EU
Réservoir <i>CEA & RAIGI</i>	62 L x 2	700 bar	95 kg	2,5 kg x 2	Surmoulage de l'embase lors du roto-moulage du liner en fibre de carbone	Type IV	600 € / kg d'H ₂ stocké	erh2-bretagne raigi.com	15 000 cycles Température - 40 à 85°C	
Réservoir <i>ROTH2</i>	0,2 à 265 L	max 1000 bar			steel 34CrMo4 / SA372F70			roth2.com		
Réservoir <i>Ullit</i>	80 L	200 bar	29 kg			Type IV		www.ullit.com		
Réservoir <i>Faber Italia</i>	39 L	700 bar	40 kg	1,6 kg		Type III				
Réservoir <i>CHP Pologne</i>	6 bouteilles 50 L Ø 41 cm	300 bar			Acier galvanisé			cylinders bundles		EN ISO 10961 : 2012
Réservoir <i>Toyoda Gosei</i>	46 L	200 bar	20,1 kg		all-composite CNG tank			toyoda-gosei		

Contenant d'H ₂	Volume intérieur	Pression	Masse à vide du contenant	Masse d'H ₂	Matériau	Type	Coût	Référence	Norme
Multiple Element Gas Container (MEGC) Contenant mobile <i>CIMC ENRIC China</i>	20 ft x 12 tubes : 13,3 m ³ Dimension tube : 559 x 0.6 x 5400 mm Dimension structure : 6058 x 2438 x 2035 mm	166 bar	9 500 kg	165 kg	LOW ALLOY 4145: ASTM A29			http://cimc-ege.com/1-2-4-multiple-element-gas-container/191495/	ISO 11120
	40 ft x 8 tubes : 17,9m ³ Dimension tube : 559 x 0.6 x 10465 mm Dimension structure : 12192 x 2438 x 1435 mm		17 000 kg	222 kg	4142 / 4145 AISI 4142 grade alloy steel				
MEGC Contenant mobile <i>NPROXX</i>	20 ft ou 40 ft long MEGC	380 bar				Type IV		nprox.com	ADR DIN EN 12245 : Bouteilles à gaz transportables EN 17339, RID, ADN, CSC
	10 ft , 20 ft ou 40 ft long MEGC	500 bar							
	20 ft ou 40 ft long MEGC	640 bar							
MEGC	40 ft MEGC	300 bar		670 kg				h2hauler.com	

Contenant mobile <i>H2HAULER</i>	40 ft MEGC	517 bar		1000 kg					
	20 ft MEGC	300 bar		335 kg					
	20 ft MEGC	517 bar		517 kg					

Contenant d'H ₂	Volume intérieur	Pression	Masse à vide	Masse d'H ₂	Matériau	Type	Coût	Référence	Utilisation	Norme
Tube Trailer <i>Messer</i>	8 à 20 tubes	200 bar		300 à 1000 kg			[300 ; 500] €/kg (CAPEX)			
Tube Trailer <i>CMW</i>	9 tubes (Ø 56 x 1220 cm)	182 bar	20 250 kg (9 x 2 250 kg)	311 kg				http://cmwelding.com/		ISO 11120
Tube Trailer <i>Quantum USA</i>	13,7 m x 2,54 m x 4,1 m	345 bar	22 247 kg	1 195 kg				www.qtwm.com		
Tube Trailer	10 ft – 8 400 L 20 ft – 18 900 L	300 bar	4 072 kg 7 599 kg	178 kg 401 kg		Type IV				

Wystrach WyCarrier	30 ft – 29 400 L 40 ft – 39 900 L 45 ft – 45 150 L		12 376 kg 16 403 kg 18 542 kg	624 kg 847 kg 958 kg				https://www.wystrach.gmbh/en/downloads/		
	10 ft – 8 400 L 20 ft – 18 900 L 30 ft – 29 400 L 40 ft – 39 900 L 45 ft – 45 150 L	381 bar	4 783 8 763 14 242 18 971 21 336	217 kg 487 kg 758 kg 1 029 kg 1 164 kg						
	10 ft – 7 370 L 20 ft – 16 415 L 30 ft – 25 795 L 40 ft – 34 840 L 45 ft – 39 195 L	500 bar	6 511 kg 12 968 kg 20 164 kg 25 621 kg 30 730 kg	239 kg 532 kg 836 kg 1 129 kg 1 270 kg						
Contenant d'H₂	Volume intérieur	Pression	Masse à vide	Masse d'H₂	Matériau	Type	Coût	Référence	Utilisation	Norme
Tube Trailer	8 tubes : 17,9 m ³ Dimension structure (4-4)	250 bar	25 400 kg	283 kg				http://cimcege.com/1-2-1-tube-skid-		ISO 11120

CIMC ENRIC China	12192 x 2438 x 1435 mm				AISI Alloy 4130X Steel			tube-trailer/191489/	
	1 tube : Diam : 559 mm Long : 10975 mm Épaisseur : 17,3 mm								
Tube Trailer CATEC	11 ft x 4 tubes - 13 249 L 25 ft x 4 tubes - 28 093 L 25 ft x 4 tubes & 11 ft x 4 tubes - 41 340 L 25 ft x 7 tubes - 49 163 L 25 ft x 8 tubes - 56 186 L	275 bar	4 941 kg 10 166 kg 13 233 kg 18 279 kg 19 954 kg	272 kg 576 kg 848 kg 1 008 kg 1 152 kg	High Density Polyethylene (HDPE)	Type IV		https://www.categases.com/hydrogen	US DOT 20425 / TC-SH13375

Annexe 3 : Extrait de la liste de marchandises dangereuses – ADR 2021


Nom	No ONU	Classe	Code de classification	Groupe d'emballage	Étiquettes	Dispositions spéciales	Quantités limitées et exceptées		Emballage		
									Instructions d'emballage	Dispositions spéciales d'emballage	Dispositions pour l'emballage en commun
3.1.2		2.2	2.2	2.1.1.3	5.2.2	3.3	3.4	3.5.1.2	4.1.4	4.1.4	4.1.10
(2)	(1)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9a)	(9b)
HYDROGÈNE COMPRIMÉ	1049	2	1F		2.1	392 662	0	E0	P200		MP9

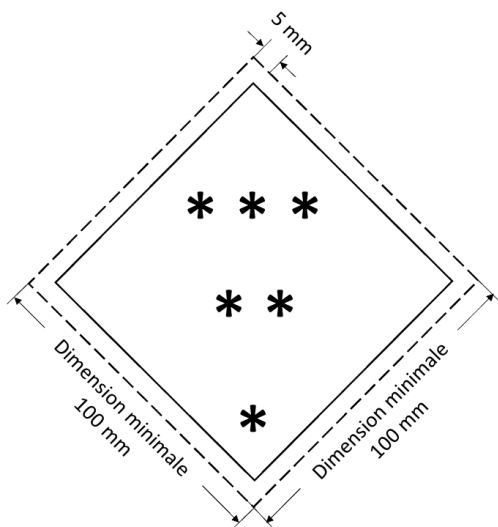
Nom	Citernes mobiles et conteneurs pour vrac		Citernes ADR		Véhicule pour transport en citernes	Catégorie de transport (Code de restriction en tunnels)	Dispositions spéciales de transport				Numéro d'identification du danger
	Instructions	Dispositions spéciales	Code citerne	Dispositions spéciales			Colis	Vrac	Chargement, déchargement et manutention	Exploitation	
3.1.2	4.2.5.2 7.3.2	4.2.5.3	4.3	4.3.5 6.8.4	9.1.1.2	1.1.3.6 (8.6)	7.2.4	7.3.3	7.5.11	8.5	5.3.2.3
(2)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
HYDROGÈNE COMPRIMÉ	(M)		CxBN(M)	TA4 TT9	FL	2 (B/D)			CV9 CV10 CV36	S2 S20	23

Annexe 4 : Extrait de la liste des marchandises dangereuses Tableau A - ADN 2021

No. ONU ou ID	Nom et description	Classe	Code de classification	Group d'emballage	Étiquettes	Dispositions spéciales	Quantités limitées et exceptées		Transport admis	Équipement exigé	Ventilation	Mesures pendant le chargement/déchargement/ transport	Nombre de cônes, feux bleus	Observations
							3.4	3.5.1.2						
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1049	HYDROGÈNE COMPRIMÉ	2	1F		2.1	392 662	0	E0		PP EX A	VE01		1	

Annexe 5 : Modèles et règles d'étiquetage selon l'ADR et l'ADN

No du modèle d'étiquette	Division ou catégorie	Signe conventionnel et couleur du signe	Fond	Chiffre figurant dans le coin inférieur (et couleur du chiffre)	Modèles d'étiquettes	Nota
Danger de classe 2 : Gaz						
2.1	Gaz inflammables	Flamme : noir ou blanc (sauf selon 5.2.2.2.1.6 d))	Rouge	2 (noir ou blanc) (sauf selon 5.2.2.2.1.6 d))		-



* La classe

** Les mentions, numéros, lettres ou signes conventionnels supplémentaires doivent (s'ils sont obligatoires) ou peuvent (s'ils sont facultatifs) apparaître dans la moitié inférieure.

*** Le symbole de la classe doit apparaître dans la moitié supérieure

Annexe 6 : Extrait du tableau d'instructions d'emballage particulières pour le CGH₂ – ADR 2021

No. ONU	Nom et description	Code de classification	CL ₅₀ (en ml/m ³)	Bouteilles	Tubes	Fûts à pression	Cadres de bouteilles	Périodicité des épreuves (en années) ^a	Pression d'épreuve (en bar) ^b	Pression maximale de service (en bar) ^b	Dispositions spéciales d'emballage
1049	HYDROGÈNE COMPRIMÉ	1F		X	X	X	X	10			d, ua, va

^a Ne s'applique pas aux récipients à pression en matériau composite.

^b Dans les cases laissées en blanc, la pression de service ne doit pas dépasser les deux tiers de la pression d'épreuve.

Annexe 7 : Hauteurs d'eau de la Seine, nombres de jours de crue et d'arrêt de navigation entre 2016 et 2022

