

**Plan d'action proposé pour favoriser le
développement de la propulsion H₂ sur la
Seine :**

infrastructures de ravitaillement, de stockage et de soutage associées

Version 3 du 08/07/2023

Par HYNAMCIS & EIFER

Document Control Sheet

Work package Number	WP T2
Work package Title	Développement d'un écosystème H2 sur la Seine
Activity Number	Activity T2.4.9
Activity Title	Plan d'action proposé pour favoriser le développement de la propulsion H2 sur la Seine
Deliverable Number	2.4.9
Deliverable Title	Plan d'action proposé pour favoriser le développement de la propulsion H2 sur la Seine : exemple pratique
Dissemination level	Public
Main author	Guillaume LELONG
Contributors	Annabelle BRISSE – Luiz SALES SILVA
Quality Assurance	Christian Frederic BERTHON

Version Control and Contribution History

Version	Date	Author/Editor /Reviewer	Description/Comments
1	02/07/2023	G. LELONG	V1
2	05/07/2023	A. BRISSE	V2
3	07/07/2023	C.F. BERTHON	V3

Table des matières

Liste des abréviations	4
Liste des tableaux et figures	5
1 Introduction : objectif de la note	7
2 Description d’un cas d’usage sur le bief parisien	8
2.1 Un exemple de besoin H2 : SYCTOM	8
2.1.1 Les enjeux.....	8
2.1.2 Le dimensionnement des navires et les besoins d’H2.....	9
2.2 Un exemple de site de production H2 : Projet Vitry by HYNAMICS	10
2.2.1 Description du projet	10
2.2.2 Limites du projet pour adresser les besoins fluviaux	11
2.3 Identification des contraintes sur les quais.....	12
2.3.1 Les contraintes d’aménagement des quais privée du SYCTOM.....	12
2.3.2 Les contraintes d’aménagement des QUP en gestion par HAROPA	12
2.3.3 Premières recommandations pour le plan d’action.....	14
2.4 Identification de la chaîne logistique à mettre en œuvre	15
2.4.1 La logistique par voie Routière	16
2.4.2 La logistique par voie fluviale	18
2.4.3 Secondes recommandations pour le plan d’action.....	20
3 Extrapolation du cas d’usage : vers une massification des usages.....	21
3.1 D’autres usages fluviaux.....	21
3.1.1 Sur le bief parisien	21
3.1.2 Ailleurs en France	22
3.2 D’autres projets de production d’H2	23
3.2.1 Sur le bief parisien.....	23
3.2.2 Ailleurs en France	24
4 Synthèse & conclusions	25

Liste des abréviations

ADEME	Agence de la transition énergétique française
ADR	Accord relatif au transport international de marchandises dangereuses par route
ADN	Accord européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures
CAPEX	Montant financier correspondant aux investissements
ELY	Electrolyseur
ES-TRIN	Standard européen établissant les prescriptions techniques des bateaux de navigation intérieure
H2	Hydrogène gazeux comprimé
OPEX,	Montant financier correspondant aux frais d’exploitation
RGPN	Règlement Générale de Police de la Navigation

Liste des tableaux et figures

Figure 1	<i>représentation schématique des différentes études réalisées dans H2SHIPS par les partenaires français</i>	p.6
Figure 2	<i>identification des sites SYCTOM et trajet fluviaux</i>	p.8
Figure 3a	<i>dimensionnement de la flotte (cas simple)</i>	p.8
Figure 3b	<i>dimensionnement de la flotte (cas multiple)</i>	p.8
Figure 4a	<i>pousseur du canal</i>	p.9
Figure 4b	<i>pousseur de fleuve</i>	p.9
Figure 5a	<i>Zone de production et d’usages fluviaux potentiels</i>	p.9
Figure 5b	<i>implantation du projet de production HYNAMICS par rapport aux quais</i>	p.9
Figure 6	<i>lay-out d’implantation du site de Vitry</i>	p.10
Figure 7	<i>Vue architecturale de projet d’aménagement du site de Bobigny</i>	p.11
Figure 8	<i>Schéma d’analyse d’un QUP pour l’avitaillement d’un navire en hydrogène</i>	p.12
Figure 9a	<i>Analyse des cercles de dangers pour un avitaillement par transbordement</i>	p.12
Figure 9b	<i>Analyse des cercles de dangers pour un avitaillement par conteneur 20 pieds</i>	p.12
Figure 10a	<i>Exemple de contenant haute pression – MHY 500 par Europe Technologie</i>	p.13
Figure 10b	<i>Exemple de contenant haute pression – NEXEYA</i>	p.13
Tableau 1	Premières recommandations	p.15
Figure 11	<i>Schématisation du flux logistique à mettre en place par la route</i>	p.16
Figure 12	<i>Schématisation du flux logistique à mettre en place par le fleuve</i>	p.18
Figure 13	<i>illustration de ce que pourrait être un navire de transport de contenant hydrogène sur le fleuve</i>	p.19
Figure 14	<i>Les acteurs de la chaîne logistique</i>	p.19
Tableau 2	Secondes recommandations	p.20
Figure 15	<i>Potentiel de la flotte de navire hydrogène sur la Seine 2025 – 2030 (WPT2 4.3))</i>	p.21

T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS

Figure 16	<i>Acteurs économiques ayant d'ores et déjà étudié l'opportunité d'un navire hydrogène (source WPT2 4.3)</i>	p.22
Figure 17	<i>Implantation des actifs LAFARGE et CEMEX sur le Bief Parisien</i>	p.22
Figure 18	<i>Bac de Loire et implantation de la zone d'embarquement</i>	p.23
Figure 19	<i>Bac Rhénans et implantation de la zone d'embarquement</i>	P.23
Figure 20	<i>Projets accompagnés par l'ADEME autour de la Seine (source : ADEME : LES PREMIERS ÉCOSYSTÈMES HYDROGÈNE)</i>	p.24
Figure 21a	<i>Projets accompagnés par l'ADEME en France (source : ADEME : LES PREMIERS ÉCOSYSTÈMES HYDROGÈNE)</i>	p.24
Figure 21b	<i>Carte des voies navigable « grand gabarit » en France</i>	p.24

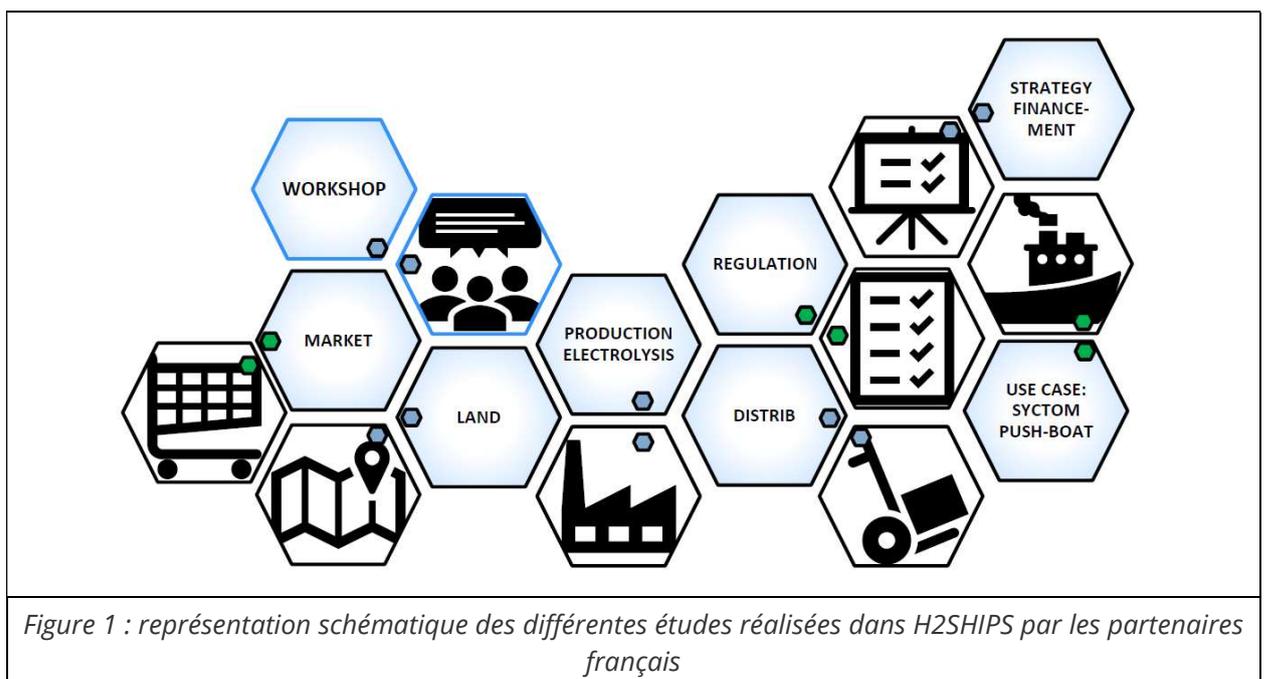
1 Introduction : objectif de la note

L’objet du présent document consiste à **décrire un plan d’action pour la mise en œuvre d’opérations d’alimentation en hydrogène des futures besoins fluviaux** (notamment les futurs navires propulsés à l’hydrogène). Il se focalise notamment sur les opérations de transfert d’hydrogène entre un point de production et un usage final. Il s’attachera à lister et intégrer les points à sécuriser d’un point de vue technique tout en intégrant les contraintes actuelles réglementaires, de sécurité et économiques.

Le présent document **s’appuie sur l’ensemble des études réalisées dans le cadre de H2SHIPS** et particulièrement les études produites par les partenaires français du projet (HAROPA, SYCTOM & HYNAMICS).

Le présent document s’attache à présenter des **préconisations concrètes, pouvant être mise en œuvre à court-terme et correspondant au niveau actuel du développement de la filière hydrogène**. Pour se faire, le travail présenté s’appuie sur un cas concret du bief parisien.

Une proposition d’extrapolation permettra d’élargir le plan d’action proposé sur d’autres zone géographique et d’autre cas d’usages. Cependant, les solutions et propositions envisagées dans ce document seront certainement **à adapter dans le cas d’un développement massif des usages de l’hydrogène** sur les fleuves.



2 Description d’un cas d’usage sur le bief parisien

Le partie-prie de l’étude proposée consiste à établir un **plan d’action appuyé sur un cas concret**. Dans cette partie seront ainsi décrits :

- Un usage d’hydrogène : navires pousseurs de ligne envisagé par le SYCTOM destinés au transfert d’ordures ménagères entre un site de tri et un site d’incinération.
- Une unité de production d’hydrogène : « projet Vitry » développé par Hynamics à proximité des bords de Seine.
- L’identification d’une zone d’avitaillement acceptables et les contraintes associées (techniques, administratives, réglementaires et sécuritaires), pour une opération de remplissage.
- Un mode de transfert de l’hydrogène : de la production à l’usage, sur la zone identifiée.

L’identification de l’ensemble de ces « données d’entrées » aboutira à la prescription d’un plan d’action.

2.1 Un exemple de besoin H2 : SYCTOM

Le SYCTOM est l’entreprise de service public en charge du traitement et de la valorisation des ordures ménagères pour une grande partie du territoire de la métropole du grand Paris.

A l’occasion du projet de réaménagement du site de Bobigny (centre de tri) et dans le cadre de sa politique sociétale et environnementale visant à limiter au maximum le recours aux véhicules lourds circulant sur la route, le SYCTOM a étudié l’intérêt et la faisabilité du transport fluvial avec une solution de propulsion décarbonée.

2.1.1 Les enjeux

Le SYCTOM exploite 4 sites le long de la Seine. Les figures ci-dessous, issues du rapport d’étude « WPT2 4.8 » exposent :

- L’implantation des différents sites ;
- Les volumes traités et les besoins de barges envisagées.

En prenant en compte les temps de trajet entre les sites et les volumes à transporter (120 000 à 290 000 t/an), l’étude réalisée a conclu sur la nécessité de constituer une flotte de **2 à 3 pousseurs propulsés à l’hydrogène** et de 5 à 8 barges.

T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS

Le projet pourra s’envisager sur 2 phases : « cas simple » dans un premier temps (entre 2 sites nécessitant 2 pousseurs et 5 barges) puis « cas multiple » dans un second temps (avec les 4 sites nécessitant 3 pousseurs et 8 barges).

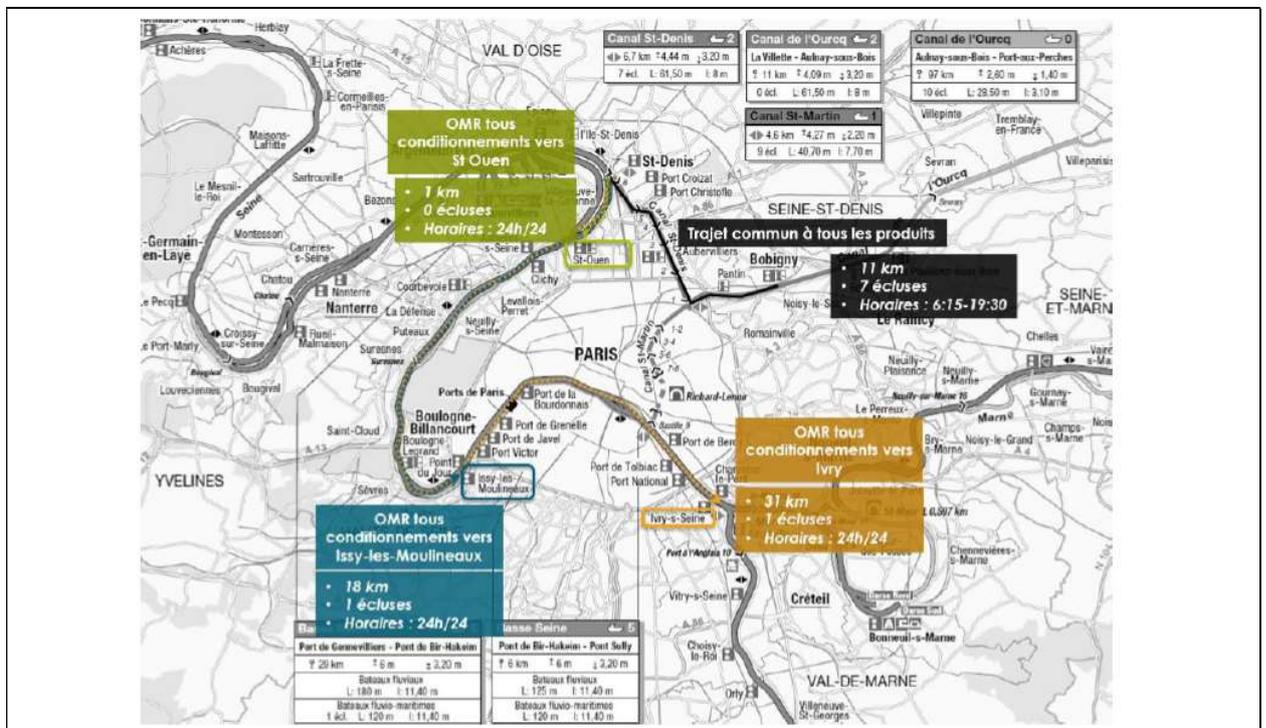


Figure 2 : identification des sites SYCTOM et trajet fluviaux

	OMR Issy-les-Moulineaux	Unité
Tonnage	120 600	Tonnes
Charge par conteneur	12.92	Tonnes
Trafic annuel (ampliroll)	9 338	EVP
Capacité de la barge	24	EVP
Nombre d’escales annuelles	390	Barges
Nombre d’escales hebdomadaires	7.5	Barges
Nombre d’escales journalières	1.5	Barges
Temps total de la barge à quai (Romainville)	3.2	h
Temps total de la barge à quai (exutoire)	4.8	h

Figure 3a : dimensionnement de la flotte (cas simple)

	OMR Issy	OMR St-Ouen	OMR Ivry	TOTAL	Unité
Tonnage	150 000	70 000	70 000	290 000	Tonnes
Charge par conteneur		12.92			Tonnes
Trafic annuel (ampliroll)	11 614	5 420	5 420	22 455	EVP
Capacité de la barge		24			EVP
Nombre d’escales annuelles	484	226	226	936	Barges
Nombre d’escales hebdomadaires	9.3	4.4	4.4	18	Barges
Nombre d’escales journalières	1.9	0.9	0.9	4	Barges
Temps total de la barge à quai (Romainville)		3.2			h
Temps total de la barge à quai (exutoire)	4.8	4.4	3.8		h

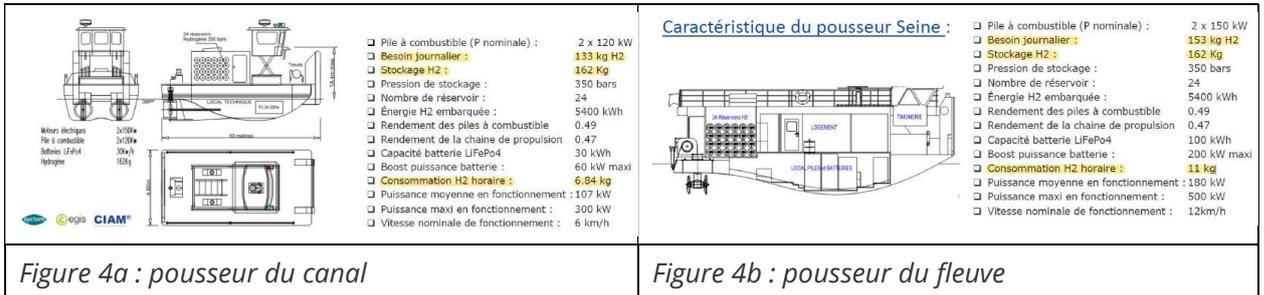
Figure 3b : dimensionnement de la flotte (cas multiple)

2.1.2 Le dimensionnement des navires et les besoins d’H2

Selon l’étude réalisée (WPT2 4.8) les besoins maximums en hydrogène des 2 pousseurs (dans le cas simple) seront respectivement de 133 et 153 kg/j, stocké dans des réservoirs de 162 kg à 350 bars. Avec une activité de 5 jours par semaine, le besoin hebdomadaire s’élève donc à 1 430 kg maximum et 800 kg en moyenne.

Les figures ci-dessous décrivent les données techniques des pousseurs envisagés.

T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS



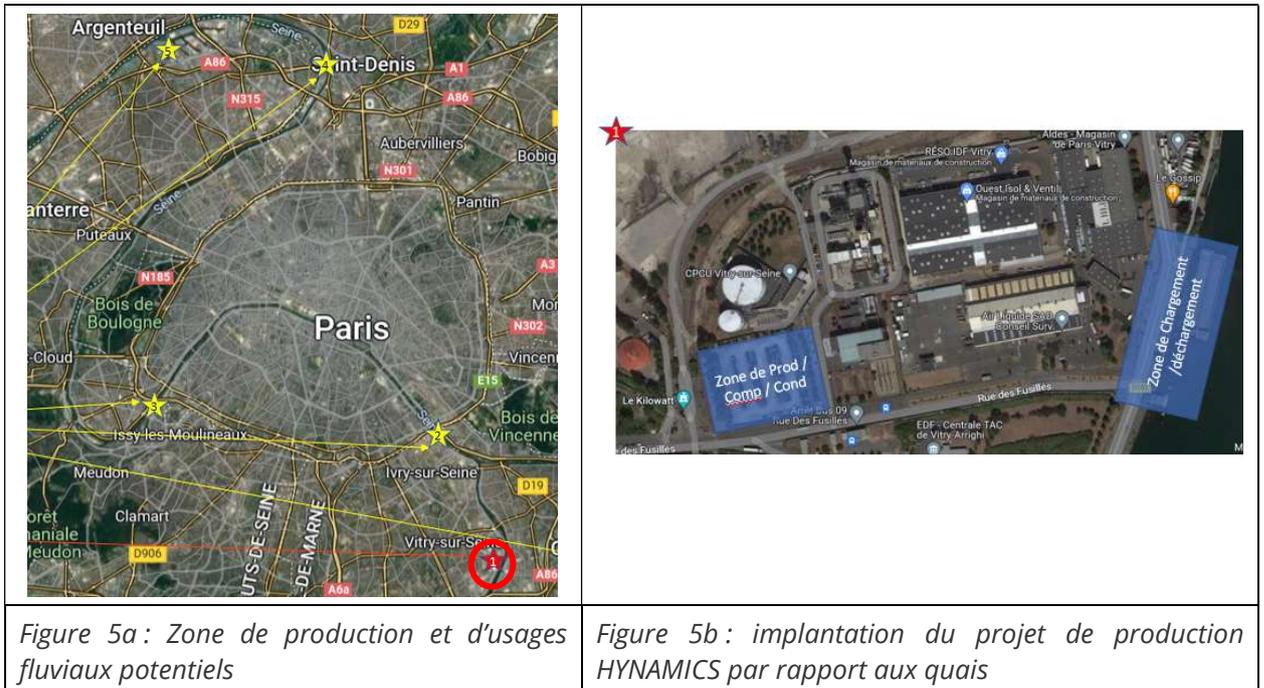
2.2 Un exemple de site de production H2 : Projet Vitry by HYNAMICS

Hynamics, filiale du Groupe EDF, développe, conçoit, finance, construit, et exploite des actifs de production et de distribution d’hydrogène vert et bas carbone produit par électrolyse.

Hynamics développe actuellement 2 projets en île de France, dont celui de Vitry situé à proximité directe de la Seine

2.2.1 Description du projet

Les figures ci-dessous permettent de localiser le projet à Vitry sur Seine. Le foncier visé, bien que ne présentant pas de bord à quai, sera bien situé pour examiner les besoins fluviaux d’hydrogène.

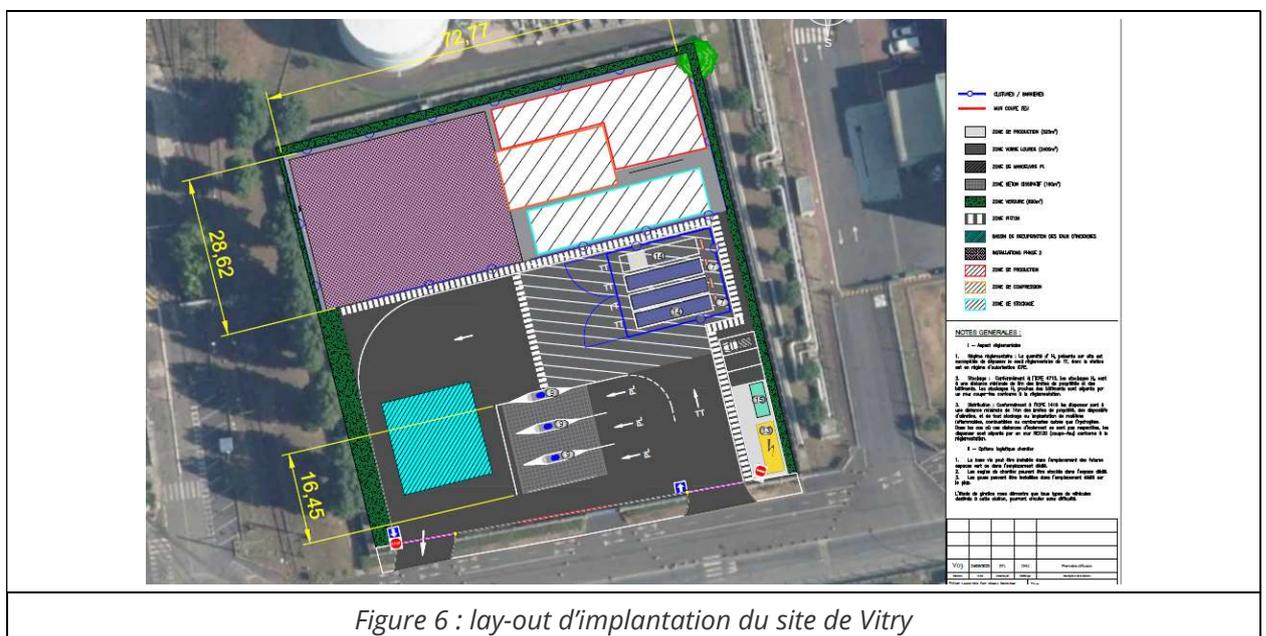


T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS

Le centre de production d’hydrogène vert de Vitry porté par HYNAMICS prévoit :

- Un électrolyseur d’une puissance de **5 MW équivalent à 2 000 kg d’hydrogène par jour** ;
- Des équipements de stockage et de compression à 450 et 900 bars permettant d’adresser les futurs usages à 350 et 700 bars dans les réservoirs.
- 2 à 5 distributeurs de 350 et 700 bars permettant de recevoir et d’effectuer directement sur site le remplissage des réservoirs des futurs véhicules.
- 2 à 3 potelets de remplissage de contenants mobiles de type tubes trailers ou conteneur 20 pieds ou 40 pieds.

La figure ci-dessus est une préfiguration du site de production, distribution :



2.2.2 Limites du projet pour adresser les besoins fluviaux

Bien qu’idéalement situé et comme exprimé précédemment, le projet sera implanté à 300 m du QUP le plus proche. Compte tenu de l’absence de maturité des usages fluviaux, et au regard des contraintes techniques, financières et administratives, il n’est pas prévu dans le projet à date :

- D’amener de l’hydrogène jusqu’au quai par le biais d’une tuyauterie ;
- D’implanter une station de distribution (compresseur, stockage et distributeur) sur le quai.

2.3 Identification des contraintes sur les quais

Fort de la description de l’unité de production ci-dessus, l’apport d’hydrogène à quai passera nécessairement par l’usage de contenants mobiles de type « réservoirs mobiles », « tube trailers » ou « conteneurs ».

Pour déterminer les caractéristiques de ces contenants (volume, pression), il convient maintenant d’identifier les possibilités d’implantation d’infrastructures de recharge sur les quais potentiellement concernés.

2.3.1 Les contraintes d’aménagement des quais privée du SYCTOM

Selon l’étude réalisée (WPT2 4.8), l’implantation d’infrastructures de recharge ou de stockage d’hydrogène n’est pas possible sur les différents quais du SYCTOM (encombrement, présence humaine, hauteur de quai, passage de grues ...).

La zone de rechargement doit donc être envisagée sur un QUP (Quai à Usages Partagés) situé idéalement sur le trajet des 2 pousseurs.



Figure 7 : Vue architecturale de projet d'aménagement du site de Bobigny

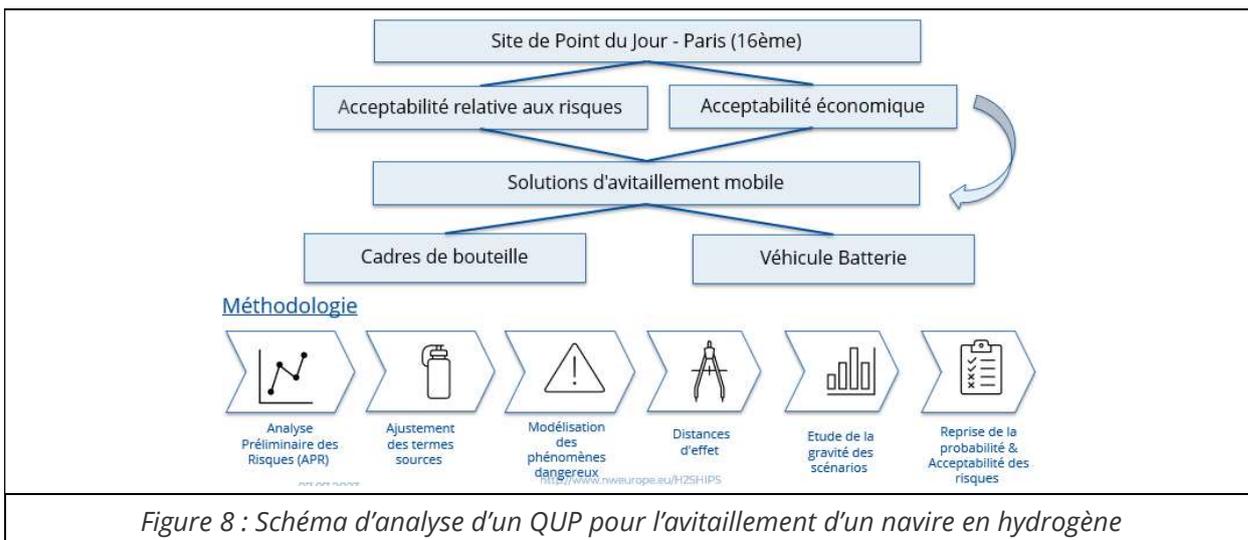
2.3.2 Les contraintes d’aménagement des QUP en gestion par HAROPA

Deux études réalisées par HAROPA dans le cadre d’H2SHIPS ont permis, dans un premier temps d’identifier les sites permettant d’accueillir une activité de remplissage d’hydrogène (WPT2 4.1), et dans un second temps d’identifier les risques et contraintes associées à cette activité (WPT2 4.4).

Guidée par les contraintes règlementaires, les règles sécurités et de fonctionnement des quais ainsi que les disponibilités d’immobilisation foncières, ces études ont abouti à la conclusion suivante : **à court terme, l’avitaillement d’un navire à propulsion hydrogène doit s’effectuer par une solution mobile.** L’acheminement de cette solution mobile vers le point d’usage peut être envisagé par la route ou par le fleuve.

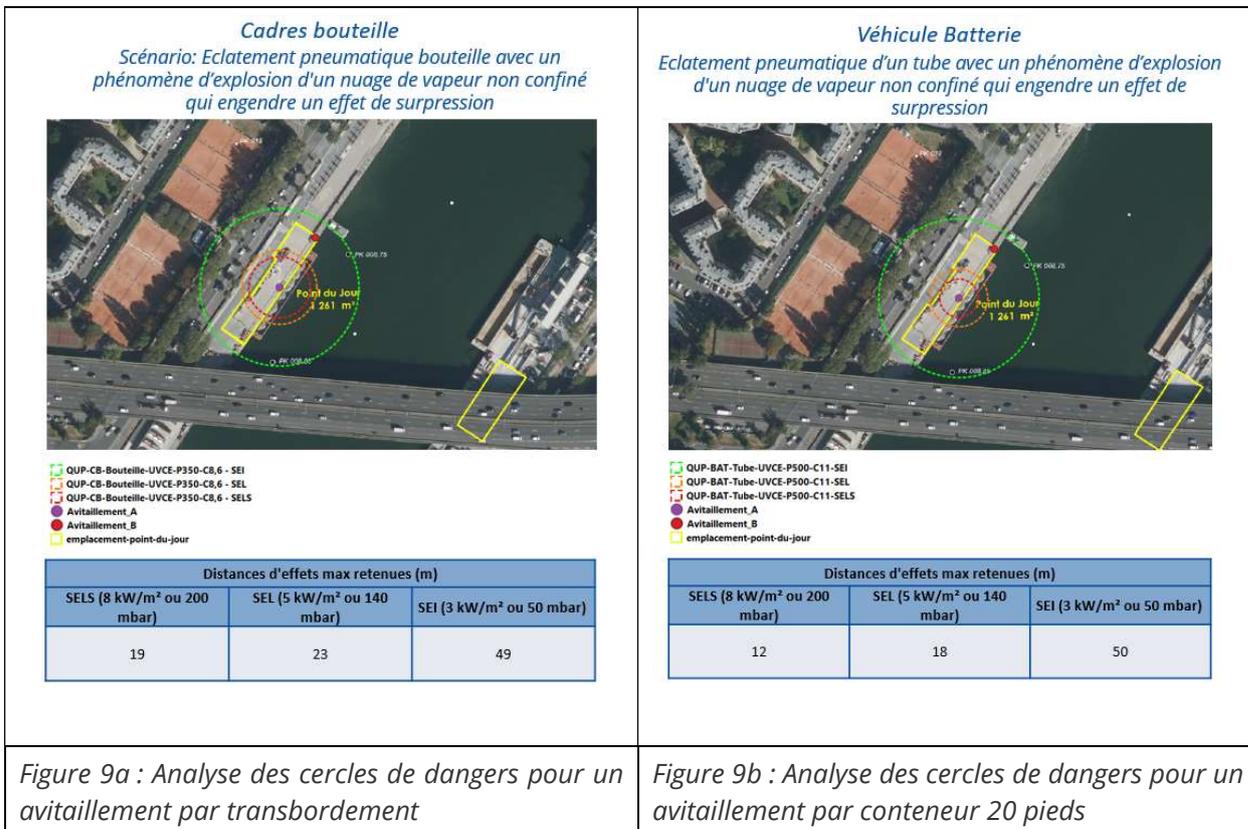
La figure suivante illustre la méthodologie d’analyse mise en œuvre.

T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS



Les zones d'accueil des solutions mobiles sur les QUP devront ainsi faire l'objet d'adaptation au cas par cas pour minimiser les risques et rendre les opérations techniquement acceptables.

Les figures ci-dessous illustrent une analyse réalisée sur l'exemple du QUP dénommé « point du jour » situé à proximité de la porte de Saint Cloud.



2.3.3 Premières recommandations pour le plan d’action

Fort des contraintes listées précédemment, la solution d’avitaillement, à court et moyen terme, pour le cas étudié **s’oriente vers l’usage de contenants mobiles**.

Il pourra s’agir soit :

- De **réservoirs amovibles directement embarqués sur les futurs navires** : dans ce cas, le remplissage du réservoir sera effectué sur la station de production dans un environnement sécurisé et maîtrisé ; aucune opération de transfert de fluide ne sera faite depuis les quais ou depuis le fleuve vers le navire.
- De **conteneurs mobiles haute pression associés à une distributrice** : dans ce cas, là encore, le remplissage sera effectué sur le site de la station de production, puis ce conteneur sera transféré par la route ou par le fleuve au point d’utilisation ; la pression du contenant devra être supérieure à la pression nominale du réservoir du navire pour permettre le remplissage, sans re-compression, dans un laps de temps acceptable (exemple 500 bars dans le conteneur pour remplir un réservoir à 350 bars nominal).



Figure 10 a : Exemple de contenant haute pression – MHY 500 par Europe Technologie

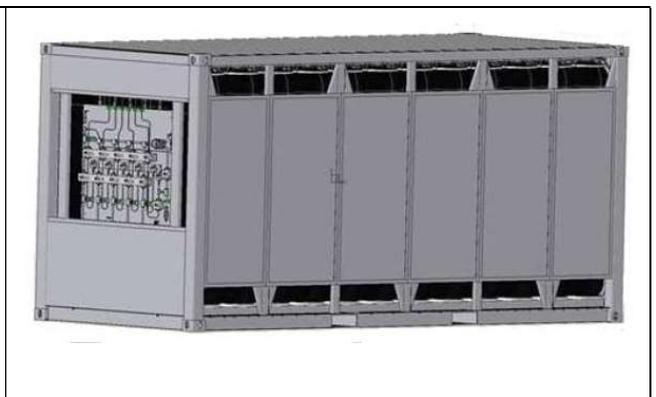


Figure 10 b : Exemple de contenant haute pression – NEXEYA

T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS

Ces 2 solutions limitent fortement l’ensemble des contraintes étudiées au niveau des quais en termes de risque, de réglementation et d’immobilisation foncière.

N°	A qui ?	Recommandations
1	Producteur d’H2	Anticiper dès la conception d’une station de production une platine de remplissage HP (350 et 700 bars) permettant d’accueillir des contenants mobiles de toute formes. Imaginer un remplissage des contenants directement sur la remorque « plateau » si cela est possible (afin de limiter les mouvements et recours aux moyens de levage)
2	Architecte naval	Identifier dès l’origine du projet et en fonction du cas d’usage le mode de remplissage souhaité / souhaitable : transbordement de réservoir mobiles ou remplissage de réservoir fixe dans le respect de l’ES-TRIN.
3	Concepteur du contenant mobile	Prévoir l’agrément ADR et ADN des contenants, selon le mode de transfert et l’usage choisi

Tableau N°1 : Premières recommandations

2.4 Identification de la chaîne logistique à mettre en œuvre

Le recours à une solution de stockage mobile pour l’alimentation en hydrogène des pousseurs nécessite d’étudier en conséquence la chaîne logistique permettant de transférer ces contenants du point de remplissage au point d’usage.

Les propositions décrites dans ce chapitre s’appuient notamment sur le rapport WPT2 4.10, dédié spécifiquement au transport d’H2 par le fleuve.

Nota Bene : les descriptions suivantes et recommandation associées se rapportent toujours au cas d’usage décrit plus haut (usage : pousseur SYCTOM / production HYNAMICS Vitry).

Pour répondre aux besoins des 2 pousseurs décrits au chapitre 2.1.2, **l’organisation logistique doit correspondre au transfert de 2 réservoirs mobiles de 163 kg chaque jour ou d’un conteneur 450 kg – 500 bars tous les 2 jours.**

2.4.1 La logistique par voie Routière

La figure suivante illustre l’ensemble des opérations logistiques à envisager dans le cas d’un transfert par la route.

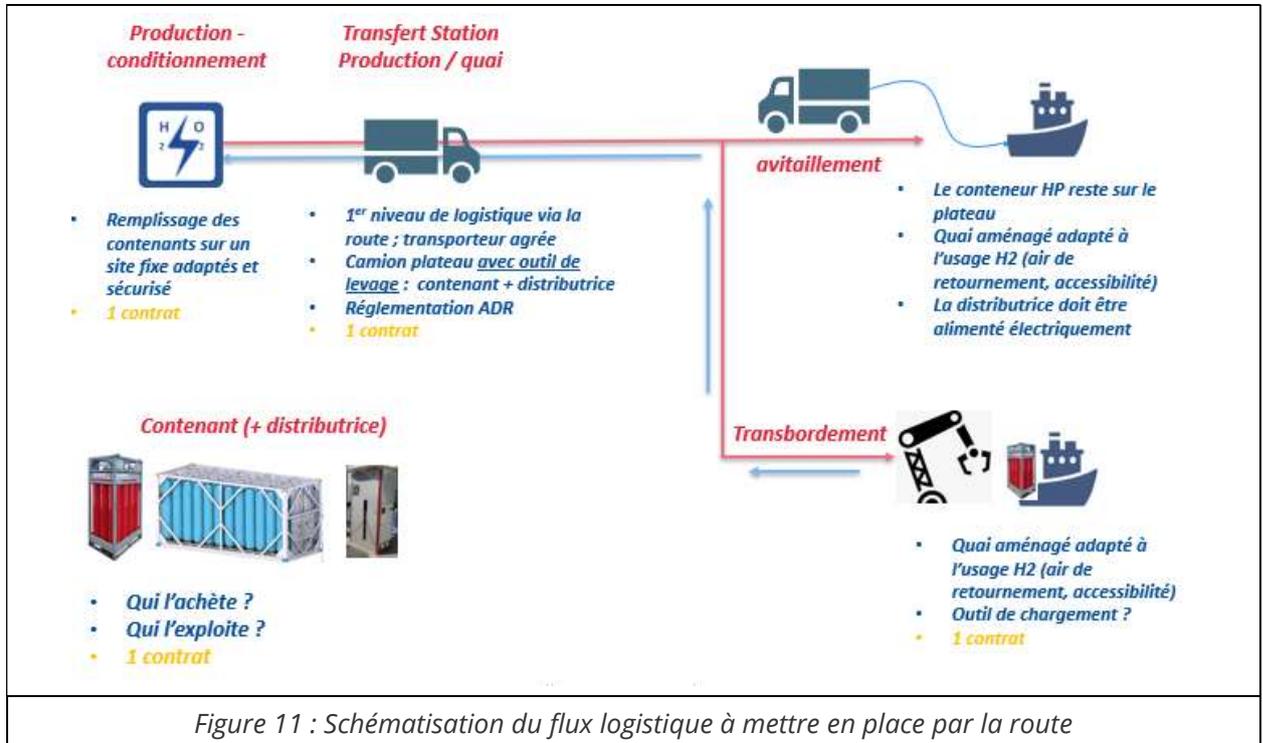


Figure 11 : Schématisation du flux logistique à mettre en place par la route

2.4.1.1 Aspects techniques

Le remplissage du contenant adapté (réservoirs amovibles ou conteneurs haute pression) sera effectué sur le site de production, puis chargé sur une remorque type plateau. Le site (ou le camion plateau) devra être équipé d’engins de levage facilitant l’opération si cela est nécessaire.

L’ensemble des contraintes réglementaires relatives au transport de matière dangereuse devront évidemment être respectées (réglementation ADR).

Le quai accueillant l’opération de remplissage du navire ou le transbordement des réservoirs devra être aménagé en conséquence avec notamment :

- Une **aire de manœuvre** pour le camion plateau avec un accès au plus près du navire ;
- Pour le cas d’un transbordement de réservoirs : la mise à disposition d’un **engin de levage adapté** (type reach staker ou grue mobile) permettant le transfert du camion plateau dans le navire ;
- Pour le cas d’un remplissage de réservoir : la mise à disposition d’une **source d’alimentation électrique basse tension** pour la distributrice. Celle-ci devant être conçue avec les organes de sécurité adapté (événements, break-away ...)

2.4.1.2 Aspects économiques et contractuels

Selon le schéma de la figure 11, l’opération d’alimentation en hydrogène du pousseur devra être encadrer par plusieurs contrats :

- Un **contrat d’achat d’hydrogène** entre le producteur et le consommateur final ;
- Un **contrat d’achat ou de location du ou des contenants** (réservoir mobile ou conteneur haute pression) : celui-ci peut être souscrit par le consommateur final ou par le fournisseur d’hydrogène auprès du fabricant ; en cas, d’achat, la **maintenance des contenants** (vérifications, épreuves ...) doit être assurée d’une façon ou d’une autre, pouvant faire l’objet d’un contrat supplémentaire.
- Un **contrat encadrant le transport du contenant** : de la même façon, il peut être souscrit par le client final ou le fournisseur d’hydrogène ; il prendra en compte notamment les CAPEX & OPEX du camion utilisé, le chauffeur et les temps de manipulations.

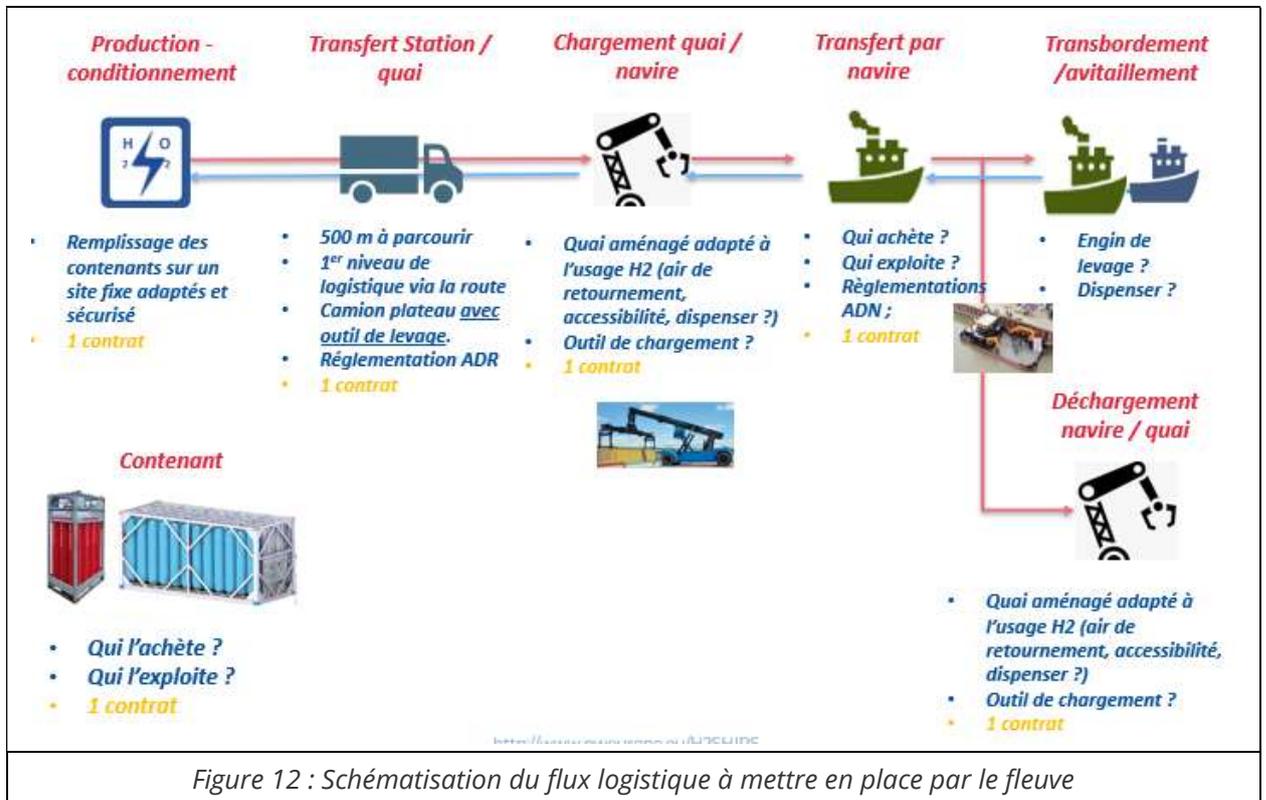
D’un point de vue économique, il est important, pour l’usager final, d’anticiper que le coût final du kilogramme d’hydrogène intégrera nécessairement l’ensemble des opérations listées ci-dessus :

- **Coût de production de l’hydrogène** : dépendant de nombreux critères, à commencer par le coût d’électricité, le CAPEX investi dans la station, les subventions et autres mécanismes d’aide, les OPEX, la saturation de l’ELY ...
- **Coût des contenants** : ceux-ci devront être ramenés sur une durée d’amortissement et sur une quantité d’hydrogène transporté ; ainsi, la mutualisation d’un contenant pour plusieurs usages permettra de limiter son impact sur le prix final du kilogramme d’hydrogène.
- **Coût du transfert** : intégrant l’usage du camion et la main œuvre associée aux manipulations ; ce coût doit également intégrer, le cas échéant, le recours aux moyens de transfert dans le cas d’un transbordement.

A titre d’exemple, et dans la phase actuelle de développement de la filière hydrogène, pour un coût d’hydrogène vert produit à la station autour de 10 €/kg (+ ou - 30%), le coût pour l’usager final, intégrant les éléments listés ci-dessus, pourrait se situer autour de 16 €/kg (+ ou - 30%).

2.4.2 La logistique par voie fluviale

La figure suivante illustre l’ensemble des opérations logistiques à envisager dans le cas d’un transfert par le fleuve.



2.4.2.1 Aspects techniques

Le transfert de contenants hydrogène par voie fluviale ajoute des étapes supplémentaires à celles décrites précédemment avec notamment un premier transfert du site de production vers le navire « transporteur », puis le transfert de l’hydrogène (par transbordement ou par remplissage) du navire « transporteur » vers le navire « utilisateur ».

Si la logistique par voie fluviale **ajoute de la complexité** (et donc un coût) par rapport au schéma logistique par la route, elle **présente l’avantage de pouvoir embarquer et stocker plus d’hydrogène sans immobiliser de foncier** à quai et ainsi rationaliser et optimiser le nombre d’opérations dans la semaine. Elle permet par ailleurs de limiter les risques physiques par rapport à une opération réalisée à terre. Cette solution reste donc **à étudier lors d’une massification des usages d’hydrogène sur le fleuve**.

Le navire « transporteur » à concevoir devra respecter les contraintes ADN et ES-TRIN telles que décrites dans le rapport WPT2 4.10. Il devra par ailleurs idéalement être équipé à son bord d’un moyen de levage permettant les chargements et

T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS

déchargement des contenants depuis les quais ou vers un autre navire (cas du transbordement de réservoirs amovible). Pour permettre des avitaillements par remplissage du navire « transporteur » vers le navire « utilisateur », celui-ci devra également être équipé d’une distributrice respectant les mêmes règles de sécurité que celle envisagée à terre. La photo ci-dessous illustre ce que pourrait être ce navire « transporteur ».



Figure 13 : illustration de ce que pourrait être un navire de transport de contenant hydrogène sur le fleuve

2.4.2.2 Aspects économiques et contractuelles

Sur l’aspect économique et contractuelle, la logistique fluviale s’appuiera sur les mêmes logiques que la logistique routière, mais ajoutera une quatrième ligne : celle du navire de transfert (investissement, exploitation, main d’œuvre).

Si le transport d’hydrogène par la route est déjà pratiqué et connu, celui du transport d’hydrogène par le fleuve ne l’est pas. Ainsi, un navire adapté tel que décrit ci-dessous reste à concevoir. Par ailleurs, l’ensemble des règles et recours aux acteurs de la logistique fluviale devront être respecté (cf. WPT2 4.10).

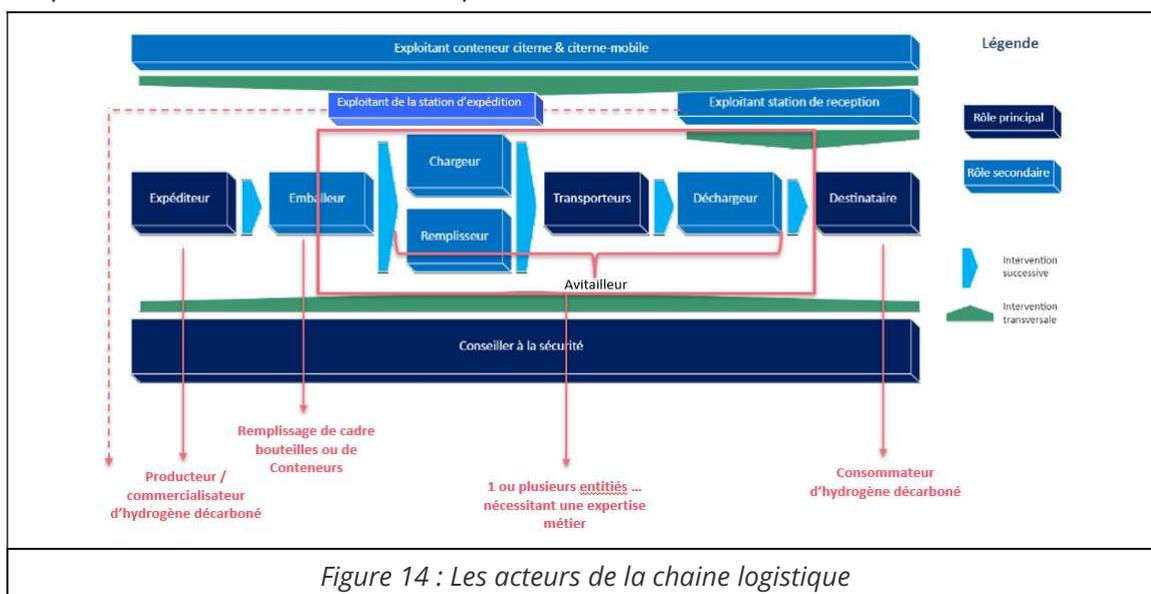


Figure 14 : Les acteurs de la chaîne logistique

2.4.3 Secondes recommandations pour le plan d’action

La description de la chaîne logistique invite à compléter le tableau N°1 (p.15) des différentes recommandations suivantes :

N°	A qui ?	Recommandations
1	Gestionnaire / aménageur des quais	<ul style="list-style-type: none"> • Organiser les aménagements de quai permettant d’accueillir des camions plateaux au plus près des navires : voie d’accès (entrée / sortie) ; aire de retournement ou de manœuvre. • Mettre à disposition un point d’alimentation électrique basse tension (pour l’alimentation de distributrice). • Identifier les possibilités d’usage de moyen de levage mobile ou fixe sur les quais. • Programmer des plages horaires spécifiques et adaptées pour les opérations de transfert d’hydrogène en fonction des activités et affluence sur le quai ciblé.
2	Producteur H2 / utilisateur H2	<ul style="list-style-type: none"> • Anticiper l’ensemble les modes contractuels envisagés et notamment la propriété et la maintenance des contenants ainsi que le recours aux logisticiens. • Intégration des obligations réglementaires pour l’ensemble de la chaîne logistique
3	Architecte naval du navire de transfert	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration d’un moyen de levage à bord du navire (attention particulière à la masse de contenant de type conteneur haute pression) • Intégration d’une distributrice à bord du navire.

Tableau N°2 : Secondes recommandations

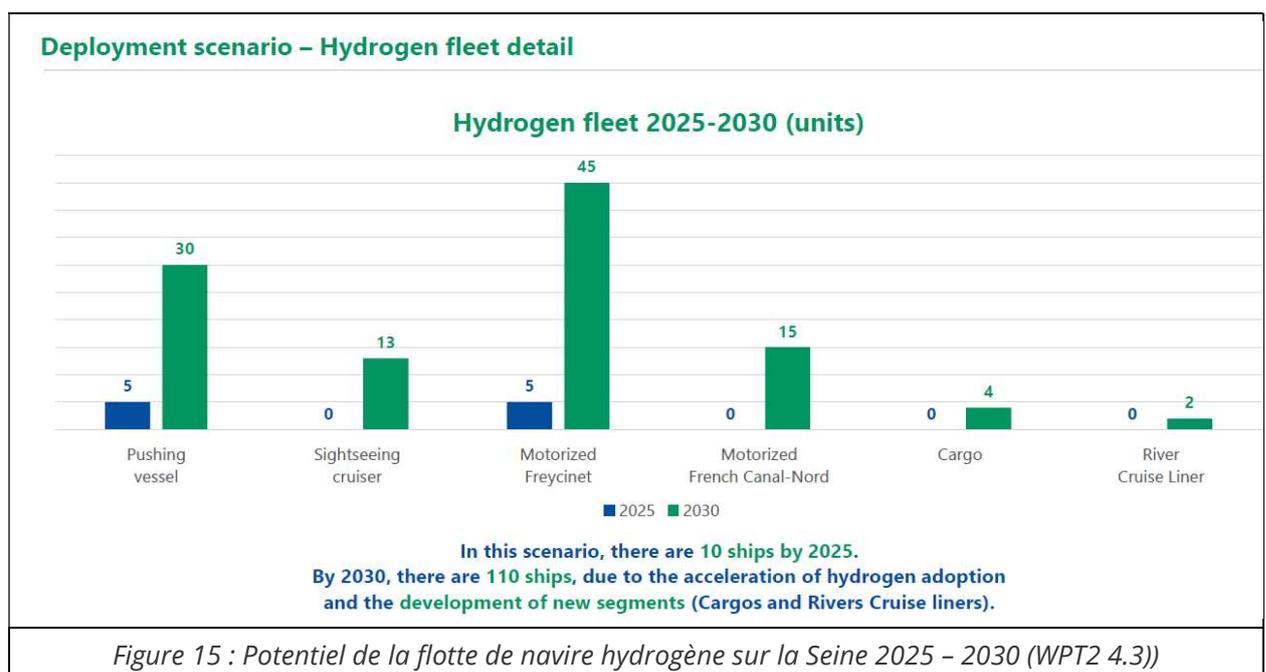
3 Extrapolation du cas d’usage : vers une massification des usages

Les recommandations et le plan d’actions proposé au chapitre 2 sur le cas d’usage décrit ne sont sans doute pas exhaustifs mais restent représentatif des contraintes rencontrées pour d’autres cas.

Durant la phase actuelle de lancement de la filière, le recours à des contenants mobiles associés à une chaîne logistique maîtrisée restera la solution technique la plus adaptée face aux contraintes économiques et réglementaires.

3.1 D’autres usages fluviaux

Le travail de recensement ainsi que l’analyse de marché effectué spécifiquement sur la Seine (WPT2.4.3) dans le cadre de H2SHIPS donnent des éléments dimensionnants permettant d’identifier d’autres cas d’usage similaire à celui décrit au chapitre 2.



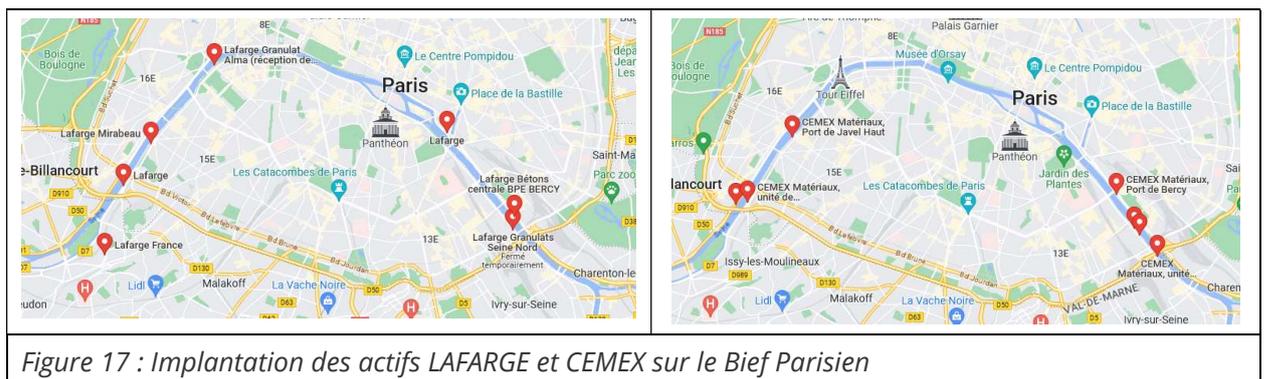
3.1.1 Sur le bief parisien

Plusieurs acteurs industriels et économiques présents sur le bief parisien ont déjà engagé des études de faisabilité de navire à hydrogène, principalement pour des pousseurs ou des automoteurs destinés à du transport de matériaux ou de personnes.

T2.4.9 – Plan d'actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS



Les circuits empruntés par ces navires ne sont pas tous connus à date, mais on peut penser que les contraintes relatives aux lieux d'avitaillements se rapprocheront de celles envisagées sur le cas d'usage du SYCTOM au chapitre 2.

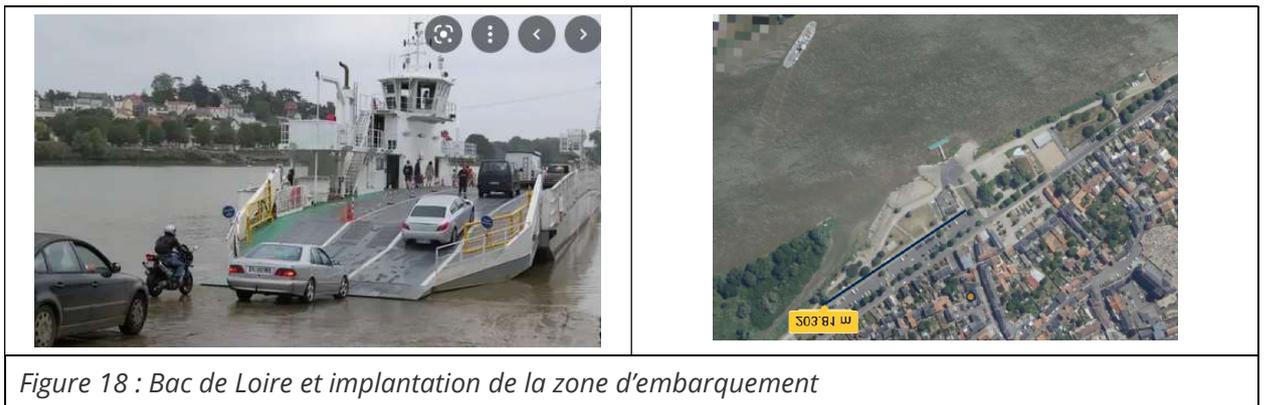


3.1.2 Ailleurs en France

D'autres projets de navires propulsés avec de l'hydrogène sont à l'étude sur d'autres fleuves ou canaux en France. Si les contraintes associées au contexte du bief parisien sont particulièrement singulières compte tenu notamment de la densité du trafic et de la population, les problématiques rencontrées pour les autres projets pourront également se présenter, notamment celle relatives aux disponibilités foncières.

A titre d'exemple, le département des Pays de la Loire ou encore la Communauté Européenne d'Alsace envisagent le recours à l'hydrogène pour la propulsion de ses futurs bacs pour traverser la Loire et le Rhin. Compte tenu des implantations de ces objets, la production d'hydrogène sera assurément déportée et le recours à des capacités de stockage mobiles avec la chaîne logistique adaptée seront nécessaires. L'ensemble des recommandations du chapitre 2 seront applicables.

T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS



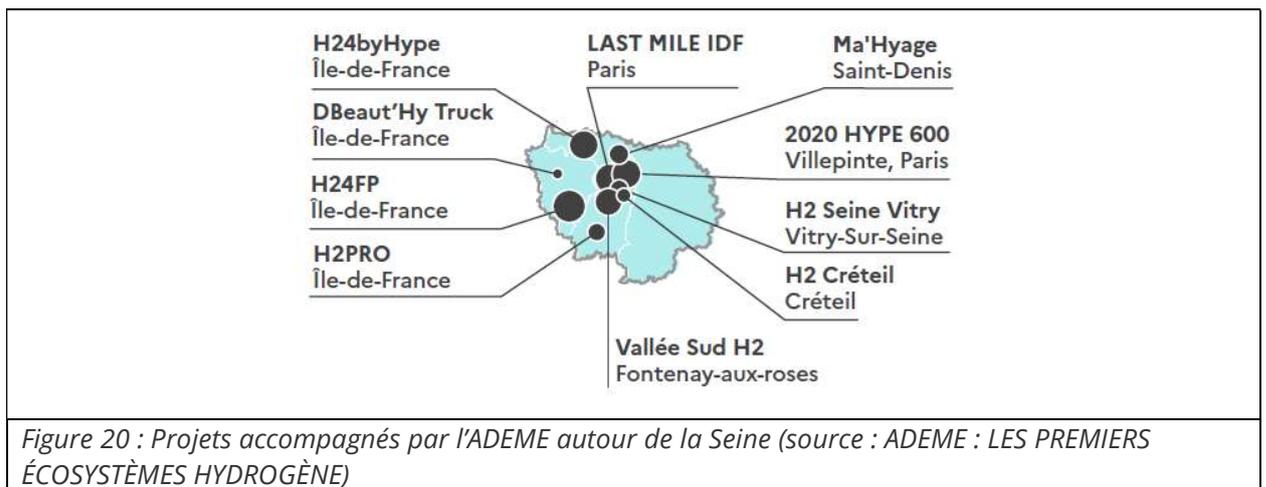
3.2 D’autres projets de production d’H2

3.2.1 Sur le bief parisien

La carte ci-dessous présente les différents projets de stations de production et de distribution d’hydrogène accompagnés financièrement par l’ADEME dans le cadre des Appels à Projets Ecosystème de 2019 à 2021.

Chacun d’entre eux peuvent être confronté à l’instruction d’un usage fluvial et s’inspirer du cas d’usage présenté en partie 2.

T2.4.9 – Plan d’actions pour la mise en œuvre de la mobilité H2 sur la Seine H2SHIPS

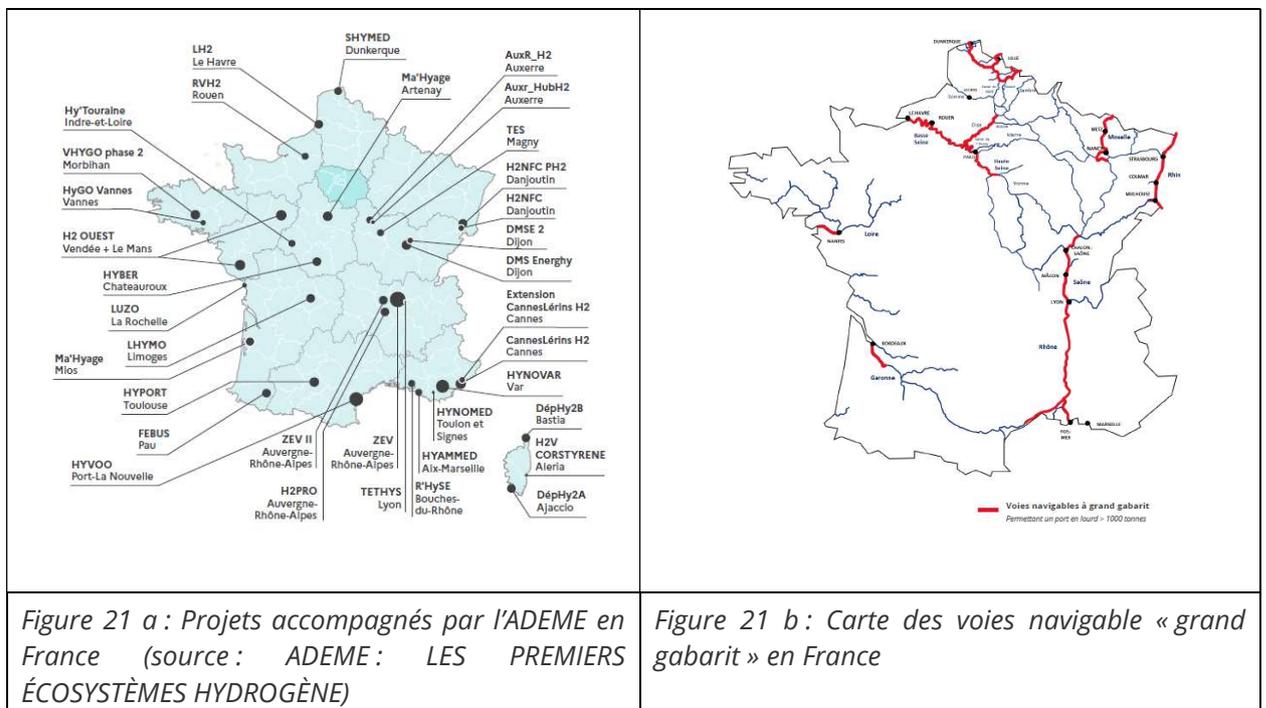


3.2.2 Ailleurs en France

Les cartes ci-dessous présentent :

- les différents projets de stations de production et de distribution d'hydrogène accompagnés financièrement par l'ADEME dans le cadre des Appels A Projet Ecosystème de 2019 à 2021
- Les réseaux fluviaux et de canaux en France

Le croisement de ces deux cartes permet d'envisager le potentiel des cas similaires à celui présenté au chapitre 2.



4 Synthèse & conclusions

Le recours à l’hydrogène pour les usages fluviaux est en cours de développement et les perspectives à moyen terme sont réelles. Dans cette phase de montée en puissance, les solutions techniques à mettre en œuvre pour accompagner les premiers cas d’usages doivent répondre aux contraintes opérationnelles (disponibilité foncière notamment), réglementaires (gestion des risques notamment) et économiques.

Ces solutions existent ! Pour les mettre en œuvre, il convient de :

1. Adresser chaque cas d’usage **en constituant une équipe projet regroupant l’ensemble des acteurs impliqués** : producteur, usager, armateur, concepteur du navire, responsables de la chaîne logistique, gestionnaire des quais ... C’est au travers de la concertation large, démarrée dès l’origine du projet que les différentes contraintes seront levées.
2. **Privilégier l’usage de contenants mobiles associé à une chaîne logistique sécurisée** : cette orientation permet de franchir bon nombre d’obstacles sur les enjeux de sécurité et d’occupation foncière ; la conception de navire acceptant des réservoirs « interchangeables » est à privilégier.
3. **Mettre en place, en concertation avec les exploitants des quais, les règlements d’exploitation et les aménagements adaptés** facilitant les mouvements des contenants mobiles : les règles d’exploitation envisagées viendront répondre aux contraintes réglementaires (ADR, ADN, RGPN ...).
4. **Accompagner les instances administratives en charge d’adapter l’ensemble des textes réglementaires** à l’usage de l’hydrogène : notamment en les intégrant dans l’équipe projet (cf. point 1)
5. **Fédérer les acteurs usagers et producteurs d’hydrogène pour augmenter les volumes et rationaliser la chaîne logistique** : c’est cette optimisation qui permettra in fine de réduire les coûts ; le transport d’hydrogène par le fleuve nécessitera probablement cette phase de mutualisation et d’optimisation.