

**Hyvolution**  
PARIS



L'INSTITUT  
PARIS  
REGION

**AREC**  
AGENCE RÉGIONALE  
ÉNERGIE-CLIMAT

L'INSTITUT PARIS REGION  
15, rue Falguière  
75740 Paris cedex 15



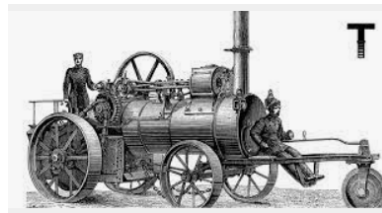
**Alca  
Torada**  
applications



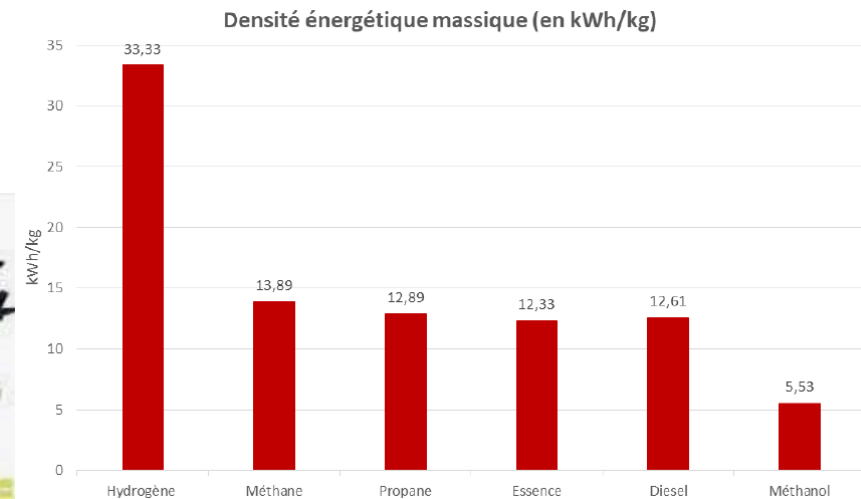
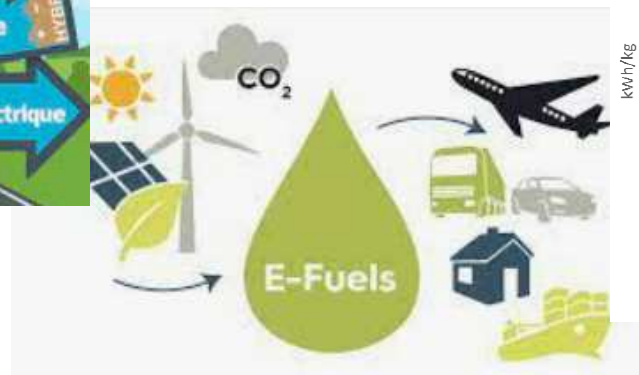
**EUROPE  
TECHNOLOGIES**  
CIAM®

# Des notions importantes >> de façon très basique

>> la fin des monopoles ... une bonne nouvelle !!!!



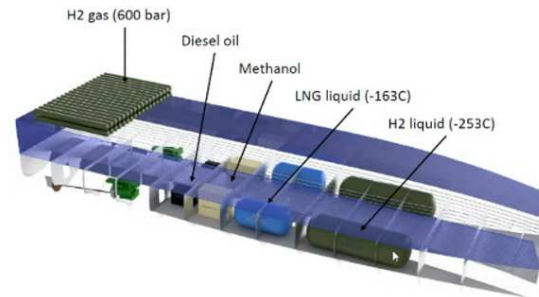
>> une grande diversité des carburants, des densités énergétiques et des technologies



# Des notions importantes

>> une volumétrie de stockage différent

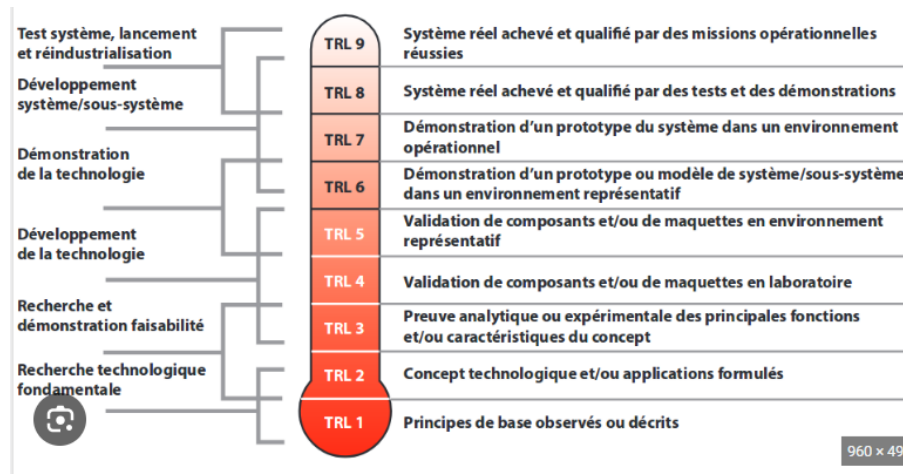
## Comparison of storage capacities of fuels



Source: ScandiNAOS AB

fuel	volumetric factor
Diesel	1
Methanol	2
LNG	3
Ammonia	3-4
H2 kryogenic	7
H2 compressed	9

>> maturité des technologies



960 x 492

>> et bien d'autres critères.....

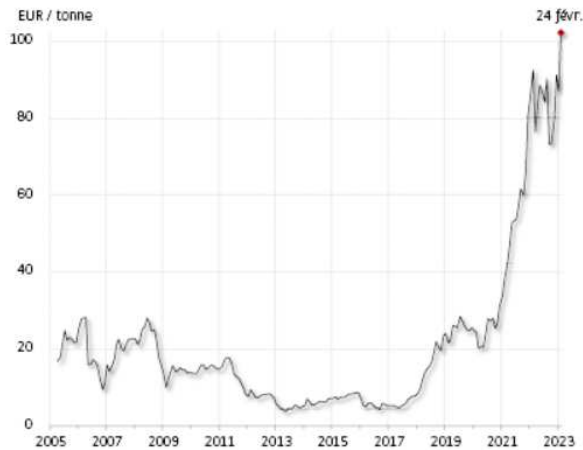
# Alors que choisir ????

>> l'hydrogène la bonne solution >> NON  
 >> l'hydrogène une des solutions >> OUI

## Quelques critères importants dans le choix

>> l'évolution de la taxation sur la tonne de CO2

**Prix de la tonne de CO<sub>2</sub> dans l'Union européenne**



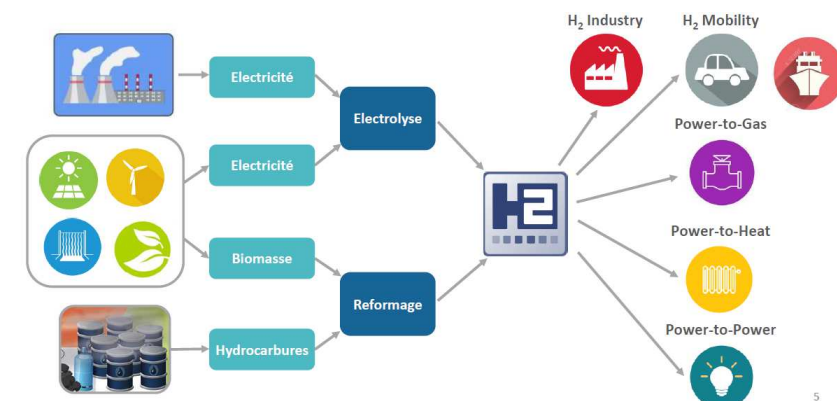
Sources : Refinitiv, ICE Endex, BNP Paribas



Pousseur de Manœuvre & de ligne  
500 KW à 1 MW

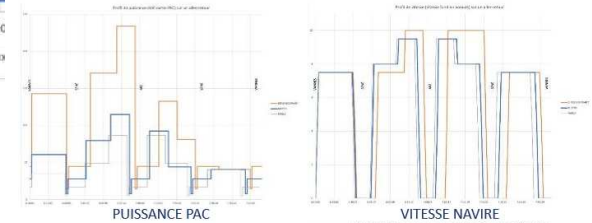
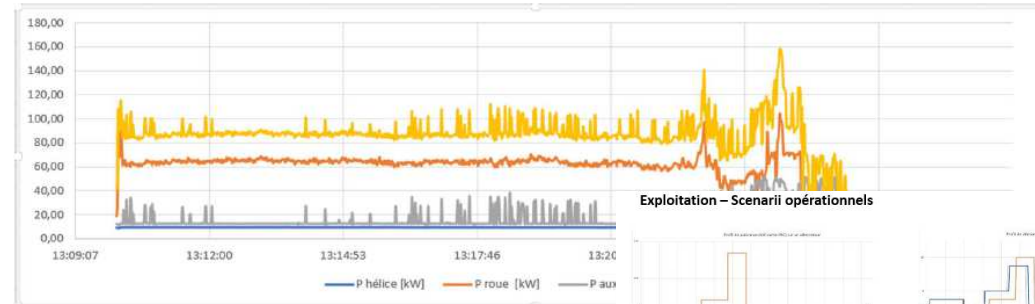
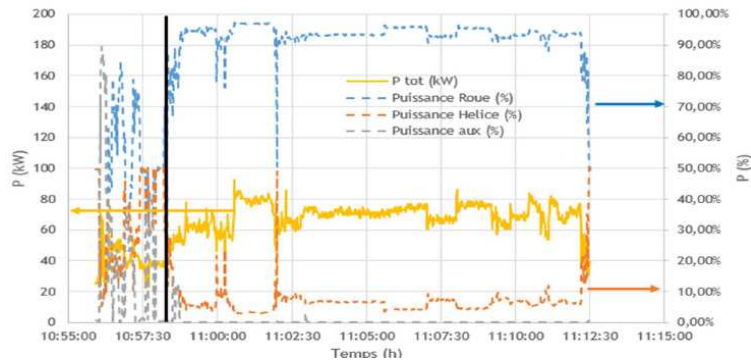
**Pour exemple: Un pousseur de manœuvre  
500 kW >> 13,000 t/CO2 sur 10 ans >> 1,3 M€**

>> un écosystème favorable

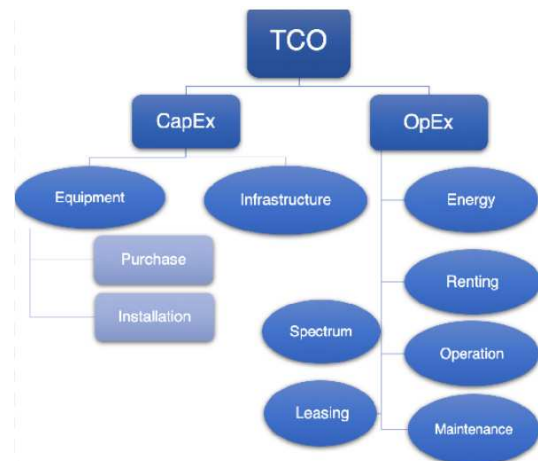


# Quelques critères importants dans le choix

>> le cycle d'usage , c-a-c le profil opérationnel

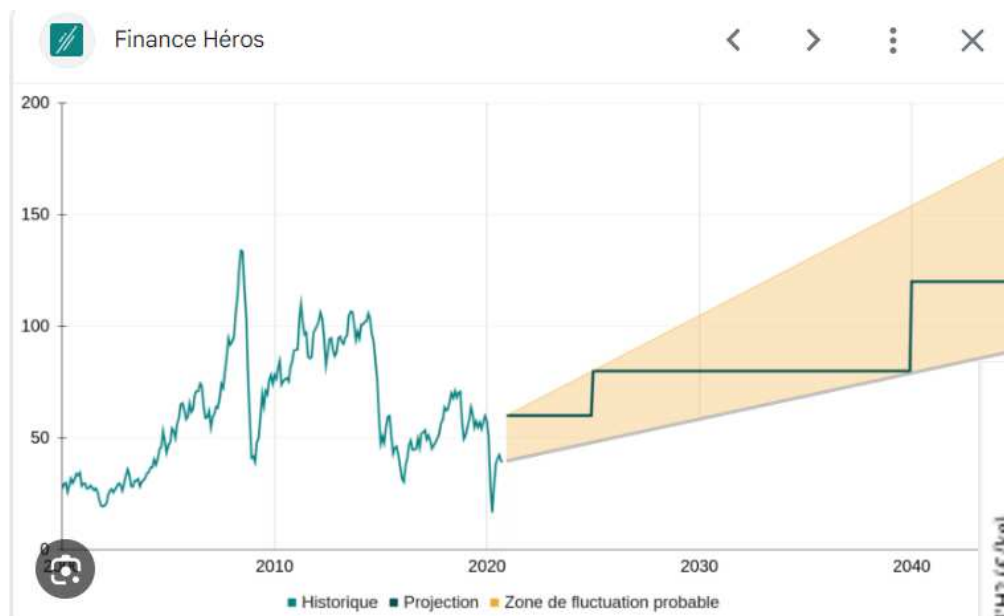


>> CAPEX / OPEX / TCO



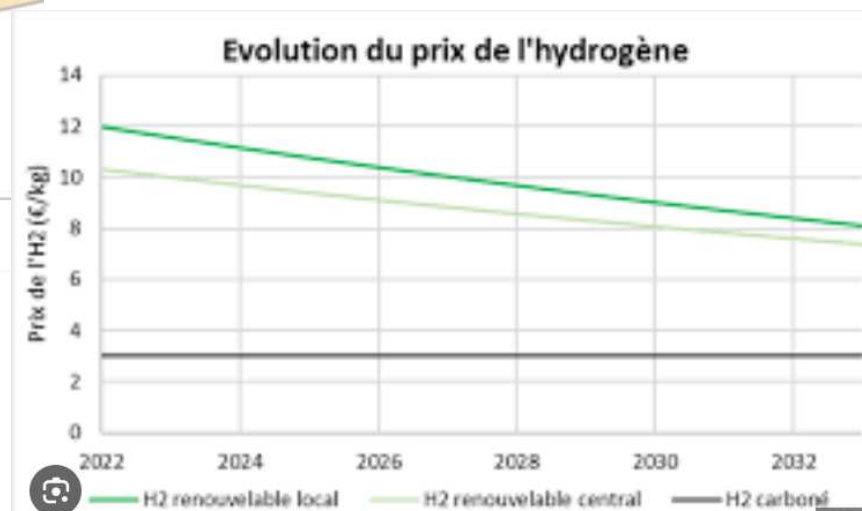
# Quelques critères importants dans le choix

## L'évolution des cours carburants..



## Le prix de l'hydrogène vert pourrait tomber à 5 €/kg d'ici à 2025

Le cabinet d'analyse allemand Aurora Energy Research indique dans un nouveau rapport que la rentabilité maximale des projets d'hydrogène vert pourrait être atteinte lorsque les centrales solaires et éoliennes sont combinées à des électrolyseurs de petite taille.





# Hyvolution >> Salon H2, alors parlons H2

Déjà des REX en milieu fluvial



2016 : Projet Navibus hydrogène - Nantes



2009: Projet Nemo H2, Amsterdam

Nemo H2 : 87 passagers, propulsion électrique 75 kW, pile à combustible 60 kW, 24 kg d'hydrogène embarqué



2007: Projet ZEMSHIP Hambourg

Alsterwasser : 100 passagers, propulsion électrique 100 kW, pile à combustible 50 kW, 50 kg d'hydrogène embarqué

Déjà des REX et des bateaux en circulation en milieu fluvial



Mai 2022 – Pousseur Elektra



Mai 2023 Hydrogen Barge One



## Déjà des REX maritimes en Europe

### Navigation maritime :

- Premier projet par Alca Torda 2000 à 2004 le CASAPAC
- 2017 premières réalisations et premier match



2017 Race 4 Water – SwissHydrogen



2017 Energy Observer



2021 Suiso Frontier - HYSTRA



Avril 2023 – Le ferry norvégien Hydra



2020 à 2023 – CMB Tech Anvers



2021 HYNova YACHTS

De très nombreux projets au niveau international, un marché qui s'ouvre :

❖ Les technologies de l'hydrogène sont des technologies de souveraineté.

- De nombreux projets en France



DAM Hydromer



Projet Maghic de Farwind



Energy Observer 2

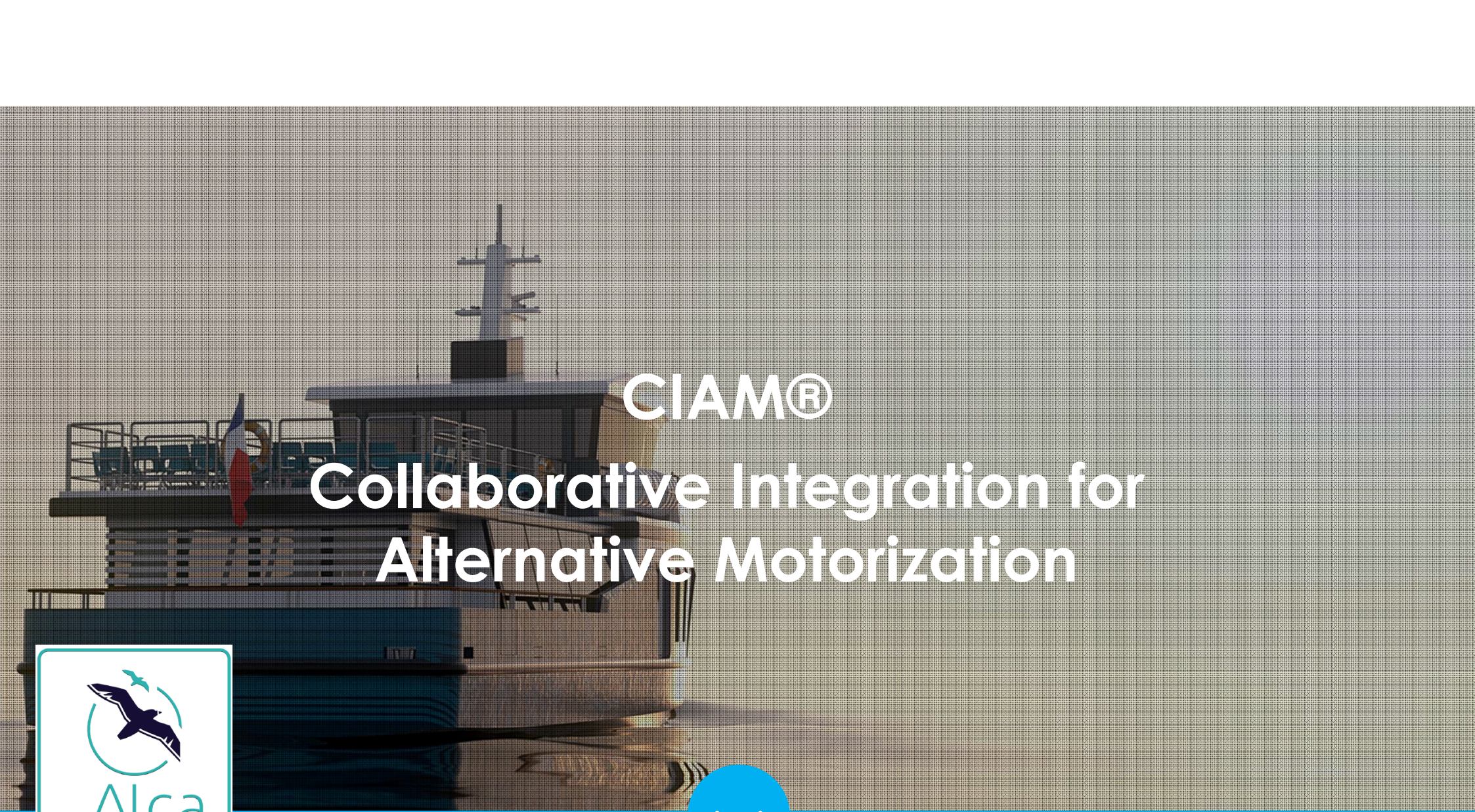


Projet NOE

- Encore plus nombreux au niveau mondial







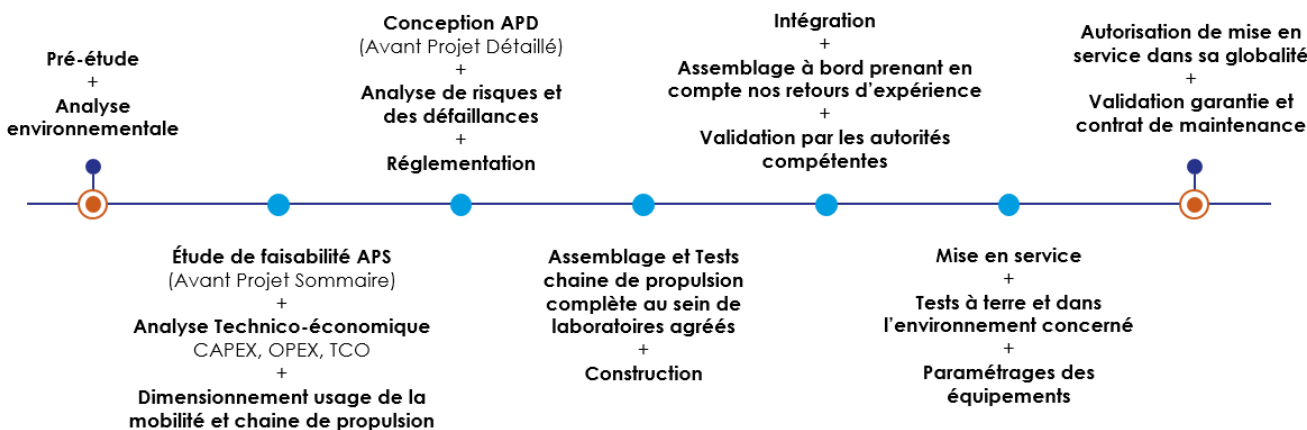
# CIAM®

## Collaborative Integration for Alternative Motorization



# une méthodologie éprouvée étape par étape.

Une prise en compte complète clé en main :

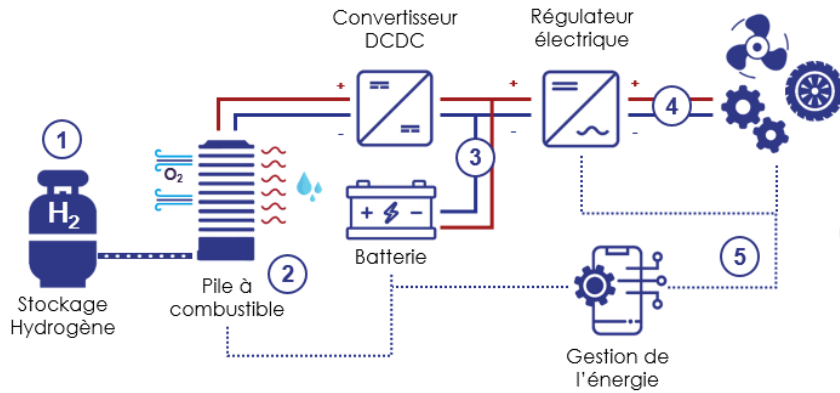


Un Go/NoGo à chacune des étapes de construction de votre solution de mobilité et de son système propulsif propre.

- ✓ Définition du profil d'utilisation
- ✓ Architecture Navale
- ✓ Architecture système électro-hydrogène et alternatifs
- ✓ Analyse Réglementaire
- ✓ Conception :
  - Skid
  - PID
  - Schéma électrique
  - Système PAC H2
  - Stockage
- ✓ Analyses de risque :
  - Analyse fonctionnelle
  - Note de calcul pour l'évacuation de l'h2
  - Définition zone ATEX
  - Rapport HAZID → donnant les recommandations (lien avec la Terre et ravitaillement H2) et Arbre de défaillances
- ✓ Analyse financière: Opex, Capex, Tco

# Des technologies multiples

Pacs (Pile à combustible)? ou Moteur MCI (à combustion interne Hydrogène) ?

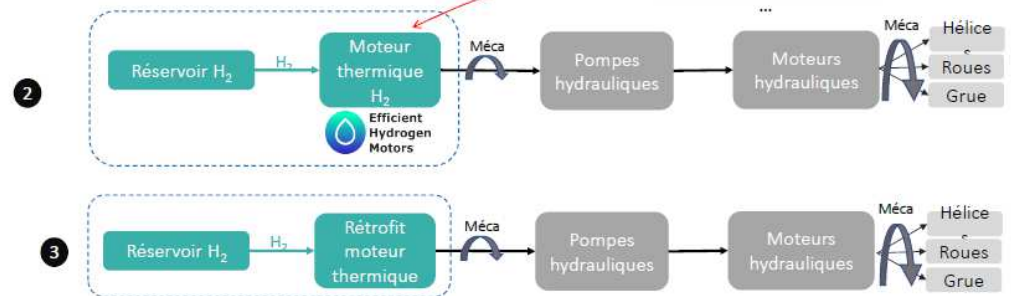


Motorisations envisagées



Prise en compte des dimensions contraignantes :  
Motorisation thermique Hydrogène

Etude du contrôle/commande  
Régulation vitesse moteur





# Des projets gérés et pilotés par nos équipes



Bateau de Tourimse Fluvial (canaux de Bourgogne) électro-hydrogène



Tarpon 10 KW / 10 kg/H2, navigation à la semaine

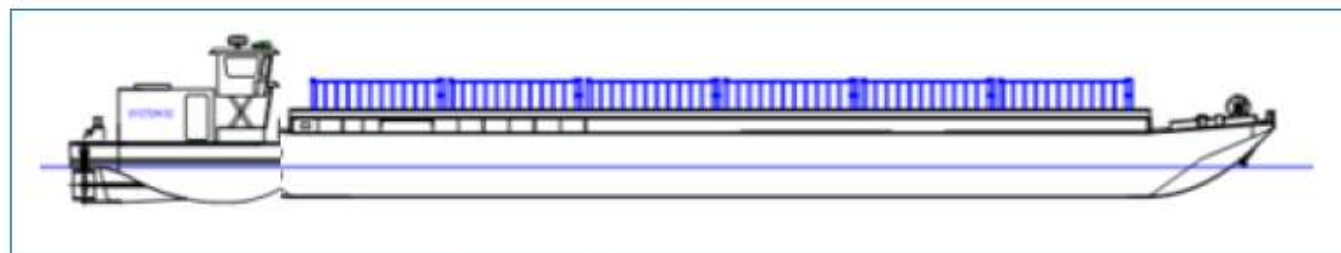


Figure 7 - Principe de l'automoteur



# Des projets gérés et pilotés par nos équipes



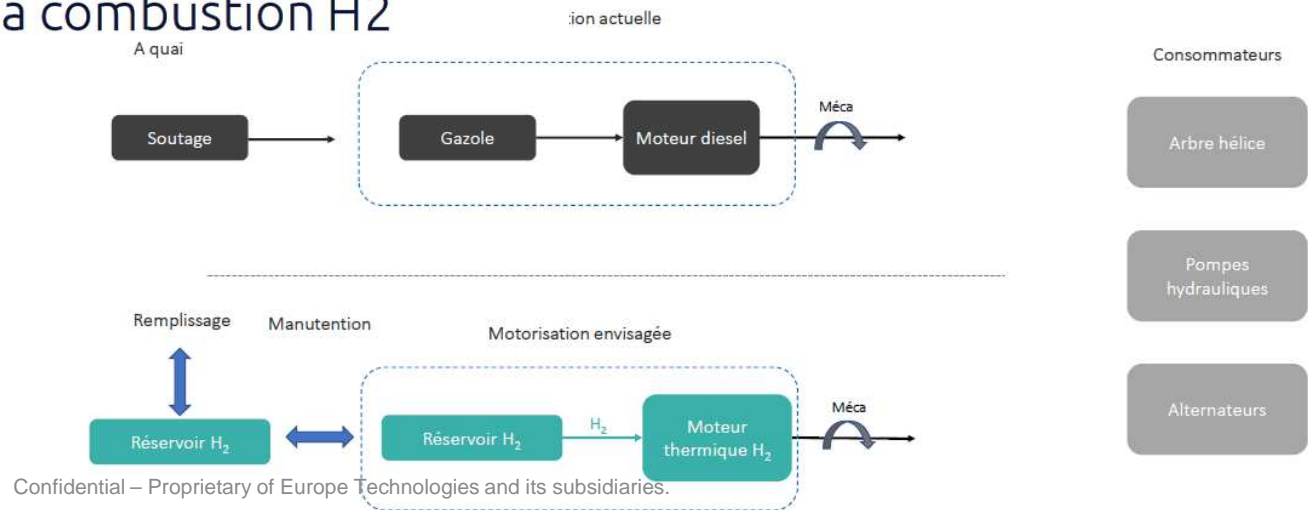
## Caractéristiques :

- 1) Réservoirs H2 comprimé en containers
- 2) Moteur thermique 1000 kW
- 3) Dimensionnement énergétique
- 4) Analyse de risque préliminaire en lien avec les sociétés de classification et les autorités du pavillon
- 5) Analyse réglementaire
- 6) Analyse CAPEX et OPEX pour aider à la décision

## Etude du retrofit hydrogène d'une barge Grand Rhéna Intégration d'un moteur à combustion H2



Chargement de l'H2 par swapping de containers (450 kg/container)

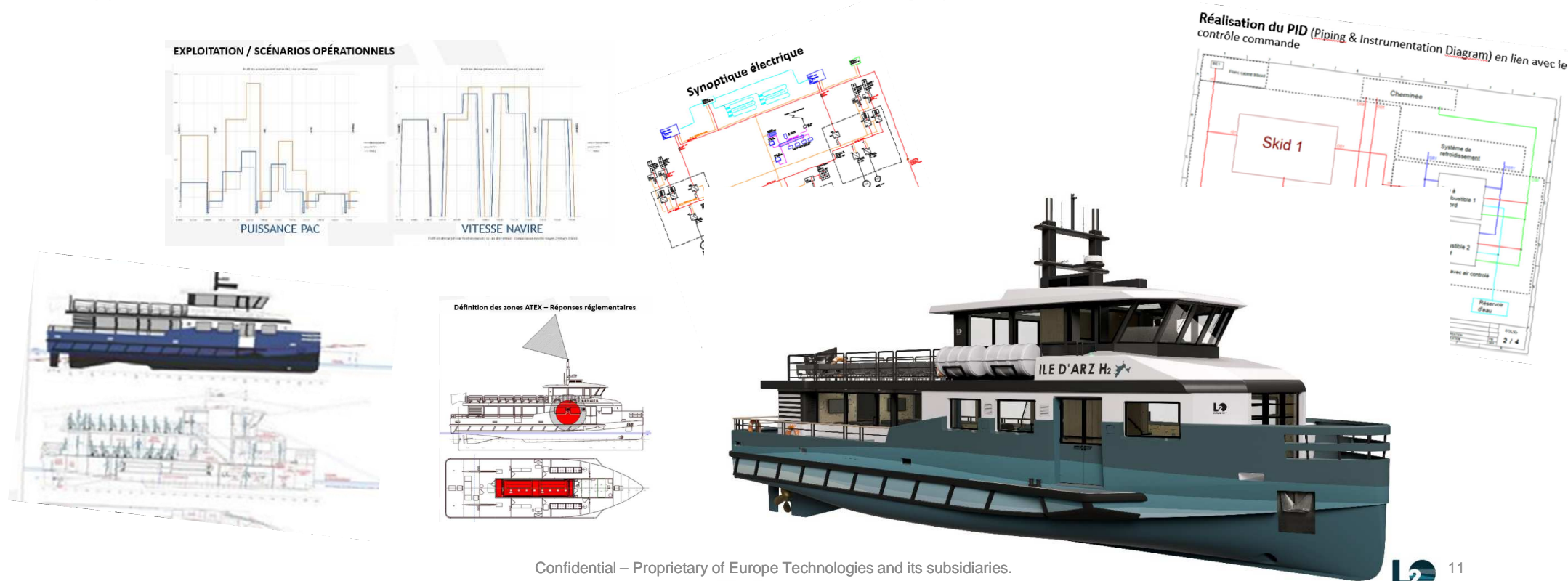




# exemple type Hylia Golfe du Morbihan: navire à passagers.

**Hylia (Hydrogen for Land, Integrated renewables And Sea) est un projet d'écosystème complet** associant une station de ravitaillement sur le port de Vannes et la construction d'un **bateau** (150 à 200 passagers) à **pile à combustible** alimentée en hydrogène pour la desserte des îles du Golfe. Hylia est le **premier navire de cette puissance** (300 kW, sur 2 lignes d'arbre) en France.

Ce type de motorisation maritime alternative est le **Proof of Concept** pour atteindre le MW et les multi-MW.





# Comment amener l'hydrogène en bord à quai

## Unité de stockage et de distribution ESTEBAM

### Conteneur de stockage Mhy500®



Europe Technologies CIAM® conçoit et fabrique une solution mobile de stockage et de distribution d'hydrogène : le conteneur Mhy500® et sa borne de distribution. Son fonctionnement en multi-cascade, permet de desservir directement les usages clients : événements sportifs et festivals, chantiers, zone agricole, logistique, portuaire...  
En chiffres : conteneur 20 pieds, stockage de 430 kg d'H2 à 500 bars, réservoirs de type IV.



### Remplissage back-to-back

La technologies multi-cascades permet de remplir **à suivre et sans arrêt**, par Mhy500®, l'équivalent de :



80 voiture ou tracteurs  
(réservoir de 5kg)

40 bus de ville  
(réservoir de 10kg)

10 camions de 40T  
(réservoir de 40kg)

4 navires à  
passagers 150 pers  
(réservoir de 80kg)

1 générateur 110  
KVA pendant 5  
jours

Et permet d'**alimenter non stop** :





### 3 Réglementation, un problème posé

3 registres de règlements différents

- ❖ Nautisme : responsabilité de l'entreprise, démarche d'audit normée et contrôlée par une société notifiée pour le marquage CE Nautisme
- ❖ Navigation Intérieure en Europe : réglementations encadrées par les directives de la Commission Européenne qui a délégué la normalisation des réglementations concernant le trafic commercial sur les voies navigables à la CCNR. Le groupe de travail CESNI est en charge de l'élaboration des nouvelles règles qui s'appliqueront à la construction navale pour les VNI européennes, ces nouvelles normes sont regroupées dans l'ES-TRIN. Un volet de l'ES-TRIN sur l'intégration des systèmes hydrogène est en cours de rédaction.
- ❖ L'OMI travaille également sur la mise à bord de systèmes hydrogène quelques textes sont d'ores et déjà sortis, mais pas encore de code IGF de l'hydrogène. Les premières versions du code IGF sont difficilement applicables à l'hydrogène.




### 3 Réglementation, un problème posé

Au niveau national :

- ❖ L'ensemble de la SOLAS et les 52 autres conventions de l'OMI s'appliquent. Notamment code IGF et directives de l'OMI (MSC 1, circ. 1394, 1455, 1647, etc. )
- ❖ L'ensemble des directives européennes concernant les gaz inflammables, atmosphères explosibles ou appareils sous pression s'appliquent.
- ❖ L'ensemble des normes ISO, CEI ou SAE s'appliquent.
- ❖ L'ensemble des décrets, arrêtés, circulaires, regroupés au sein des 7 volumes du règlement sur la sécurité des navires ; mais aussi les Procès-verbaux de la Commission Centrale de Sécurité et le guide de bonnes pratiques de l'hydrogène concernant les navires également.
- ❖ Enfin, les règlements de construction des navires des sociétés de classification.







# CIAM®

## Merci de votre attention

**François LEFEBVRE**  
Chief Operating Officer (COO) CIAM®  
**Mob :** +33 604 591 623 | **Std :** +33 251 700 494  
**Email:** [f.lefebvre@europetechnologies.com](mailto:f.lefebvre@europetechnologies.com)

