

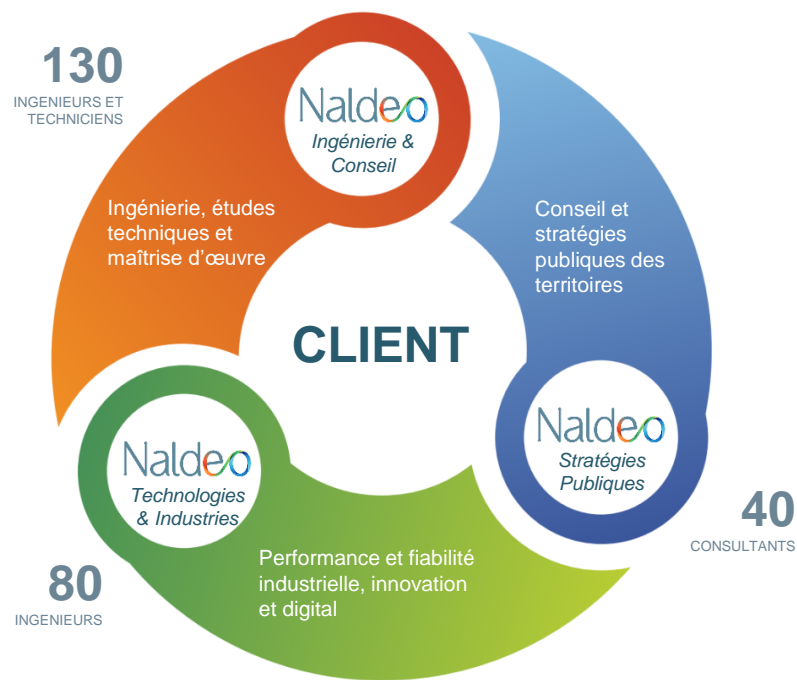
WEBINAIRE H₂ & MARITIME

Jean-Pierre Husson – Naldeo Technologies et Industries



UN GROUPE ENGAGÉ AU SERVICE DU CLIMAT

3 SOCIÉTÉS POUR ACCOMPAGNER L'ENSEMBLE DU CYCLE DE VIE DE VOS PROJETS



+230
SALARIÉS

13 SITES EN FRANCE







50 PROJETS/AN
A L'EXPORT

€
23 Millions
de chiffre d'affaires



PLAN DE LA PRÉSENTATION

-  Introduction
-  Applications à bord
-  Applications portuaires
-  Perspectives : Smart Grids Harbour

INTRODUCTION

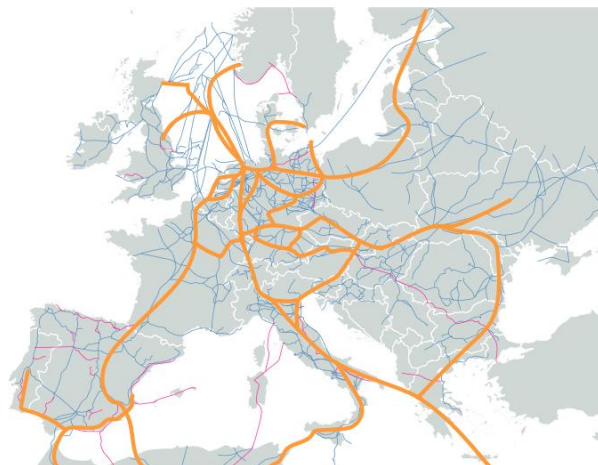
Au niveau européen la filière hydrogène passe à la vitesse supérieure

- La Commission Européenne promeut la filière H2 comme contribution essentielle à la transition énergétique du continent. Elle impulse des initiatives, notamment :
 - Directives européennes et réglementations : RED2, EU ETS
 - IPCEI - (Important Projects of Common European Interest) : système d'aides qui permet de soutenir des projets jugés essentiels pour la compétitivité de l'Europe
- Ces initiatives se déclinent aux niveaux des Etats européens et des régions qui mettent en place à leurs échelles :
 - Des feuilles de route hydrogène
 - Des moyens de financement

Hydrogen Europe préconise le déploiement d'une infrastructure européenne d'hydrogène vert à l'horizon 2030

- 25 à 30 milliards d'euros pour le développement de la production d'hydrogène par électrolyse de 40 GW
- En parallèle, développement d'une capacité analogue en Afrique du Nord et en Ukraine
- Création de 150 000 emplois pour la construction et la maintenance des électrolyseurs
- Prix de l'hydrogène vert à 1,5 à 3 €/kg, compétitif avec l'hydrogène gris
- Réduction des émissions de CO2 estimée à 82 millions de tonnes par an

Les réseaux de transport de gaz naturel en Europe bleu et rouge et le European Transnational Hydrogen Backbone (orange)



Source : Hydrogen Europe

INTRODUCTION

La France plutôt en retrait sur l'hydrogène il y a quelques années rattrape son retard sous l'impulsion

- De grands industriels : ENGIE, EDF, Air Liquide, Michelin, Faurecia, Plastic Omnium...
- De PME et startups innovantes : McPhy Energy, SymbioFCCell, AREVA H2Gen, Sylfen, ...
- Des Régions qui mobilisent des moyens de financement et fédèrent les projets locaux dans les domaines :
 - Mobilité
 - Applications industrielles
 - Énergie : injection dans les réseaux de gaz naturel, groupes électrogènes méthanation, etc.



Soutiens publics

- Plan hydrogène en 2018 : le programme d'investissements d'avenir (PIA) a mobilisé plus de 100 millions d'euros en soutenant la mise en œuvre de démonstrateurs et la prise de participation dans des entreprises à fort potentiel,
- Plan de relance et stratégie nationale de l'hydrogène : plus de **7 Md€** sont destinés au soutien de cette filière au niveau national d'ici 2030 dont **2 Md€** intégrés dans le Plan de relance.
- Structuration d'un IPCEI (Important Project of Common European Interest) au niveau européen



INTRODUCTION : PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENTS TECHNOLOGIQUES

Panorama des technologies dans la chaîne de valeur de l'hydrogène : Production / Stockage / Transport et niveau de maturité actuelle

Fonction	Technologie	Description	Maturité
Production	SMR	Vaporeformage du méthane (hydrogène gris)	●●●
	SMR + CCUS	Vaporeformage du méthane et séquestration du CO ₂ (hydrogène bas carbone)	●●●
	SMR + Biométhane	Vaporeformage du biométhane (hydrogène carboné)	●●●
	Electrolyse (ALK/PEM)	Electrolyse de l'eau (hydrogène bas carbone ou renouvelable)	●●●
	Electrolyse Haute-temperature	Electrolyse de la vapeur d'eau à haut rendement (hydrogène bas carbone ou renouvelable)	●●●
Stockage	Liquide	Stockage liquide d'hydrogène	●●●
	Gazeux	Stockage gazeux de l'hydrogène	●●●
	Liquid Organic H2 Carrier (LOHC)	Stockage d'hydrogène sous forme de dérivés chimiques	●●●
Transport	Routier Gazeux (@200 bar)	Transport en « tube-tailer »	●●●
	Routier Liquide (LH2)	Transport d'hydrogène liquéfié dans une citerne	●●●
	Pipeline distribution	Transport gazeux par petites canalisations pour faibles volumes et courtes distances	●●●
	Pipeline transport	Transport gazeux par grande canalisation grands volumes & longues distances	●●●

Source



INTRODUCTION : PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT DES APPLICATIONS DE L'H₂

Principaux segments et dynamique de développement des applications de l'hydrogène dans les mobilités terrestre et maritime, la manutention, l'industrie et les applications énergétiques

Segments	Exemples	TRL	Dynamique 2030 France
Véhicules légers	Taxis, véhicules utilitaires, véhicules particuliers	8-9	X10 000
Véhicules lourds	Bus, camions, bennes à ordures ménagères	7-9	x1 000
Engins de chantier	Chargeuses, pelleteuses, bulldozers...	7-8	x100
Industrie « lourde »	Ammoniac, eMethanol, Raffinage, Acier (DRI)	7-9	x1
Injection & méthanation	Injection dans les réseaux de gaz, combustion en centrale thermique, chaleur de cimenterie	9	Réseau
Ferries/Ro-Ros	Transport de passager ou Ro-Ros	6	x1
Navire de fret	Vraquiers, porte conteneurs, tankers...	5	x1
Navires de servitude	Dragues, vaisseaux d'opération & maintenance, remorqueurs...	7	x10
Bateaux de fret fluvial	Pousseurs de ligne et de distribution	7	x10
Engins de manutention portuaire	Reach stackers, chariots élévateurs	7	x100
Raccordement à quai	Poste d'alimentation mobile pour l'alimentation auxiliaire des navires	8	x10

Source








-
- 
-  Introduction
 -  Applications à bord
 -  Applications portuaires
 -  Perspectives : Smart Grids Harbour

ILLUSTRATION : NAVIRES DE SERVITUDE & SPÉCIALISÉS

Exemple

Navire à application spécifique (océanographie, dragage, services offshores...) propulsé par un moteur électrique alimenté par une pile à combustible.



Défis technologiques

- ▶ Stockage de l'hydrogène (H2 vs Ammoniac vs eMéthanol)
- ▶ Augmentation de la puissance des piles à combustible
- ▶ Augmentation de la durée de vie des piles à combustible
- ▶ Intégration du système hydrogène à bord
- ▶ Réduction du coût des piles à combustible

TRL



Avantages

- ▶ Meilleure autonomie vs électrique à batterie
- ▶ Moins de maintenance
- ▶ Pas de rejets polluants dans l'air et les eaux

Inconvénients

- ▶ Surcoût d'investissement (pile à combustible)
- ▶ Besoin en infrastructures de ravitaillement
- ▶ Perte d'espace au profit des réservoirs
- ▶ Limitation au niveau de la puissance appelée

Sources

Fuel Cell applications for Marine vessels, Ballard, Bureau Mauric

ILLUSTRATION : NAVIRES DE SERVITUDE & SPÉCIALISÉS

Projet FCH : Flagships

Remorqueur / Pousseur

Remorqueur propulsé par un moteur électrique alimenté par une pile à combustible. Navire accompagnant les manœuvres de navires lors de leur entrée dans les ports.

L'hydrogène est pertinent pour les remorqueurs/pousseurs dont le cycle d'usage inclut des sorties récurrentes chaque jour avec des intervalles trop réduits pour un ravitaillement des batteries.



Ferry

Transporteur ou traversier propulsé par un moteur électrique alimenté par une pile à combustible.

- ▶ Petits ferry (0,25MW – 1MW)
- ▶ Grand ferry pour eaux intérieures (2MW – 12 MW)
- ▶ Ferry rapides en haute mer (20MW – 50MW)

Les ferrys sont des candidats prometteurs à l'hydrogène ou ses dérivés, fort de leur taux d'usage souvent important, leur visibilité, ainsi que leur trajets réguliers.



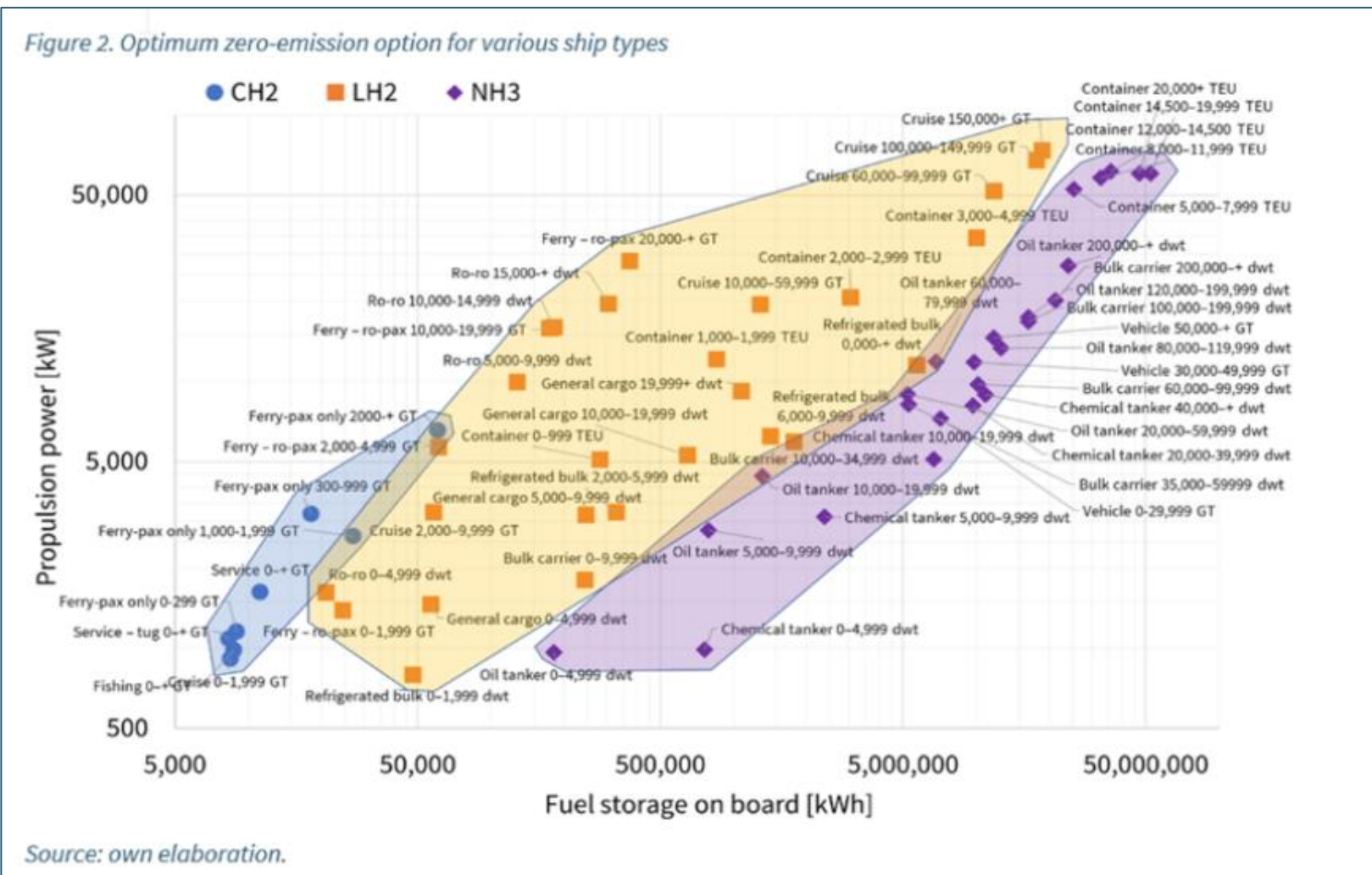
Développeurs

- ▶ CFT : Remorqueur / pousseur fluvial
- ▶ Norled : ferry
- ▶ Ballard (pile à combustible)
- ▶ + 6 autres partenaires

TRL



BENCHMARK DES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE DE H2 À BORD

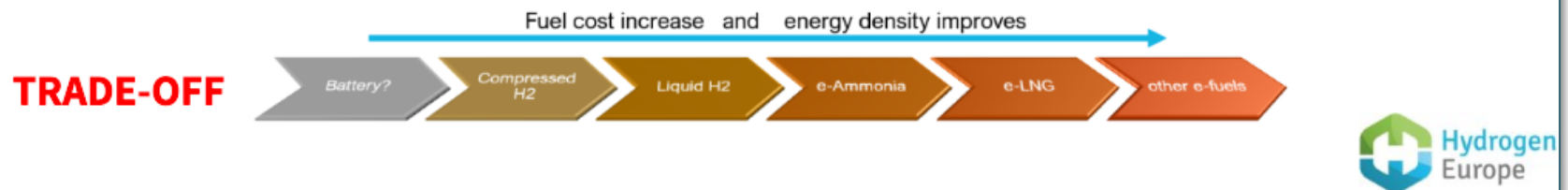


Source : Hydrogen Europe






BENCHMARK DES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE À BORD

Pillar 1: general conclusions...

- The lifetime of ships (on average 30 years) highlights the urgency of enrolling hydrogen as a fuel as soon as possible, to avoid that the fleet renewal of the next years will include too many fossil fuelled ships (and fossil fuel infrastructure) which will then still service global trade and EU-trade for decades to come.
- Hydrogen Europe has looked at the available technology, their strengths and weaknesses, and their technology readiness levels (TRL), to **propose deployment scenarios for ships and the infrastructure**
- When it comes to fuel production costs alone, **pure hydrogen** options are always cheaper than fuels that require further 'transformation' – regardless of electricity price
- We found that for the large ship **Ammonia** is the cheapest synthetic fuel (based on renewable hydrogen) - more research on Ammonia slip, N2O emissions



Source : Hydrogen Europe

-
- 
-  Introduction
 -  Applications à bord
 -  Application portuaires
 -  Perspectives : Smart Grids Harbour

LES PORTS AU CŒUR DE LA FILIÈRE HYDROGÈNE

Les ports sont des futurs centres de gravité pour la filière hydrogène

Dans le cadre du G20 de 2019 l'Agence Internationale de l'Energie a émis 4 recommandations sur la filière hydrogène, dont 2 concernant les ports :

- **Faire des ports le centre névralgique de la massification de la production et consommation d'hydrogène décarboné**
- S'appuyer sur les infrastructures préexistantes, dont les réseaux de pipelines
- Développer la mobilité hydrogène
- **Développer l'import-export d'hydrogène par les voies maritimes en capitalisant sur les compétences et infrastructures LNG existantes**

Les ports et les activités connexes de leur hinterland constituent un terreau favorable au déploiement de hydrogène :

- Activités industrielles, souvent consommatrices d'hydrogène en grande quantité (raffineries)
- Infrastructures énergétiques importantes : import et stockage d'hydrocarbures, production d'électricité, réseaux énergétiques...
- Activités logistiques liées aux flux de marchandises
- Plateformes logistiques impliquant divers moyens de transport / mobilité

USAGES PORTUAIRES : RACCORDEMENT À QUAI (H₂ COLD IRONING)

Description

Cold ironing : raccordement électrique du navire lors de son arrêt à quai, pour éviter la combustion polluante de carburants fossiles et permettre l'arrêt des machines.

- L'énergie est utilisée pour subvenir aux différents besoins énergétiques du bateau (ventilation, réfrigérant, éclairage, pompes...).
- Pas de standards de raccordement existants et des variations de voltage (11kV – 6,6kV – 0,44kV) ou fréquence (50Hz - 60Hz) selon les bateaux.



Défis technologiques

- ▶ Uniformisation des raccordements Shore-to-Ship (V, hZ, Câblage)
- ▶ Mise en place des infrastructures
- ▶ Amélioration rendements/coûts/durée de vie de la pile à combustible
- ▶ Maîtrise de la variation de niveau et des processus de plug / unplug
- ▶ Gestion des risques électriques

Avantages

- ▶ Zéro gaz à effets de serre
- ▶ Réduction des pollutions locales
- ▶ Puissances importantes (frigorifique, passagers)
- ▶ Evite des coûts d'infrastructures (réseau électrique)
- ▶ Visibilité de la solution

Inconvénients

- ▶ Pas de raccordement possible si mise en attente (ancrage)
- ▶ Surcoût CAPEX
- ▶ Le gaz naturel peut être plus compétitif
- ▶ Besoin d'une logistique H₂ ou d'une production sur site

Fournisseurs

- ▶ Helion (pile)
- ▶ Hydrogenics (pile)
- ▶ Ballard (pile)
- ▶ NG2 & Nexans
- ▶ Actemium Brest (Vinci Energies)
- ▶ Barillec Marine

TRL



USAGES PORTUAIRES : CONVERSION À L'H2 DES MOYENS DE MANUTENTION

Engin de manutention pour la manipulation des conteneurs



TRL



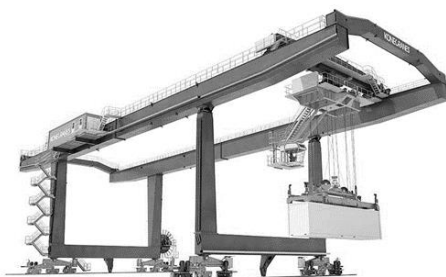
Tracteur portuaire dédié au transport de remorques pour le chargement de navires rouliers.



TRL



Portique de manutention portuaire



TRL



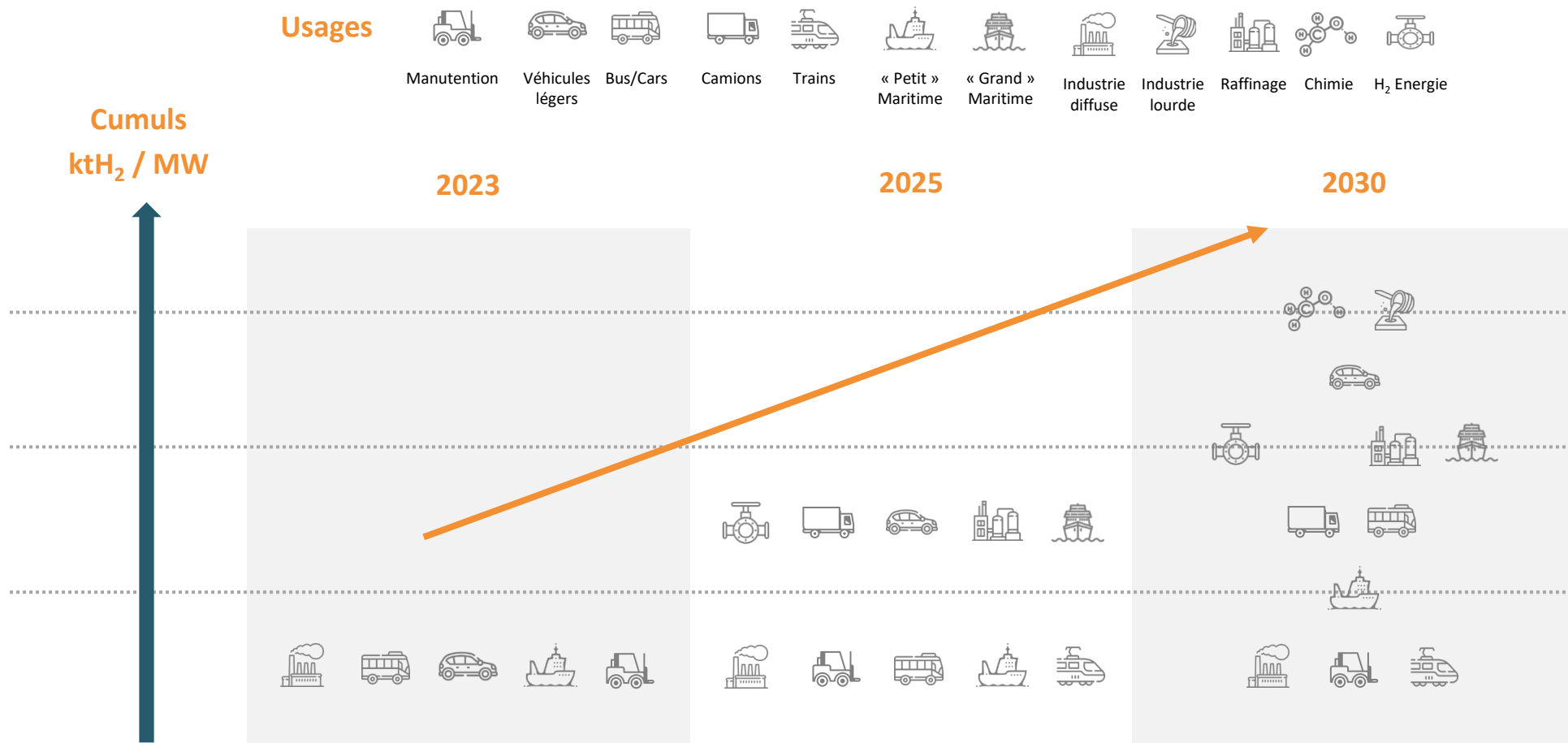
Chariots élévateurs



TRL







HUB PORTUAIRE H2 : CONSTRUCTION D'UN PLAN DE DÉPLOIEMENT



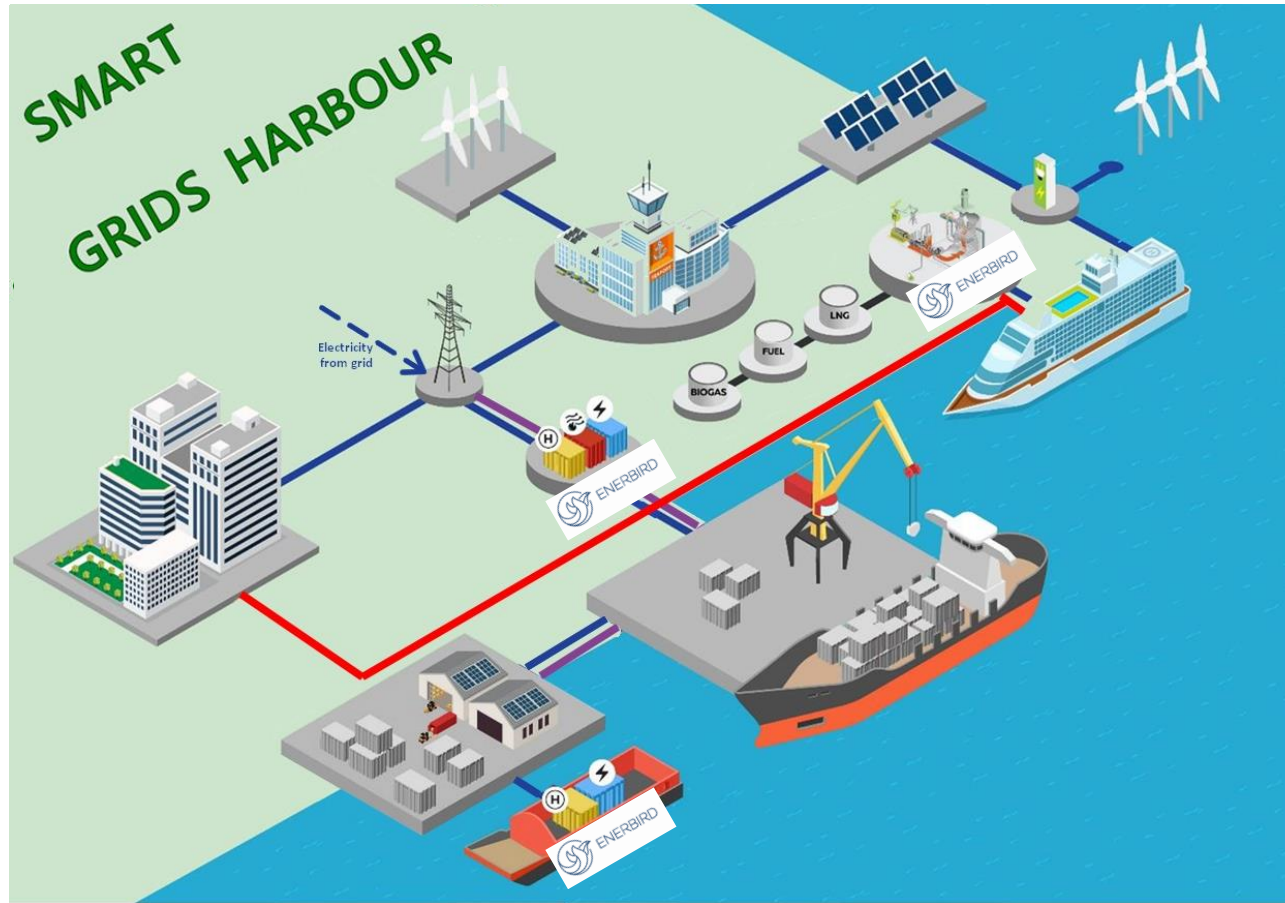
Source



Données confidentielles

-
-  Introduction
 -  Applications à bord
 -  Application portuaires
 -  Perspectives : Smart Grids Harbour

SMART GRIDS HARBOUR : POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'AIR CONNEXION ÉLECTRIQUE À QUAÏ AVEC DES ÉNERGIES RENOUVELABLE ET DU STOCKAGE



Connexion à quai



Production décarbonnée



Stockage



Production & distribution d'électricité / d'hydrogène



Stockages : électricité, hydrogène, chaleur...



Réseaux énergétiques : électricité, gaz...



Stockage de carburants pour la cogénération



Installation de cogénération



Production & distribution de chaleur

EMS
Energy
Management
System





www.naldeo-technologies-industries.com

Merci pour votre écoute

Jean-Pierre HUSSON

Consultant Senior

06 60 50 04 25

5 rue Guy Môquet – 91400 Orsay

jean-pierre.husson@naldeo.com