

SIGNAL

COMPOSANTE T3

“PLAN DE GESTION DE LA DISTRIBUTION DE GNL DANS LE RÉSEAU INTERNE”

Activité T3.1

Analyse européenne des techniques de pointe sur la distribution de GNL

Approfondissement

“Etude potentielle du marché et des usages de l'hydrogène”

UTILISATION D'HYDROGÈNE DANS LES PORTS

Voici un rapport sur certaines utilisations de l'hydrogène dans les ports. Certaines expériences ont déjà été réalisées, d'autres sont encore en phase de test ou seront testées dans un futur proche ou bien, ont été testées pendant une courte période. Aussi, d'autres hypothèses sont actuellement en phase de planification.

1) PORT DE HELSINKI, projet DEMO2013

Le projet DEMO2013, dont les principaux partenaires étaient l'Autorité portuaire d'Helsinki et la «Fédération des industries technologiques finlandaises» a réuni des instituts de recherche et des entreprises leaders du secteur dans le but de démontrer des piles à combustible pour la production d'électricité pour la manutention de marchandises et logistique au sein du port.



Certaines possibilités d'utilisation de l'hydrogène ont été mises en place avec le mécanisme de la pile à combustible dans la zone du «port de Vousaari» près d'Helsinki.

En particulier:

- Warstila (une société finlandaise basée à Helsinki, spécialisée dans la fabrication de systèmes de propulsion et de production d'électricité) a créé un système de piles à combustible à oxyde solide (SOFC), d'une puissance de 50 kW, capable de fournir de l'électricité au réseau grâce à l'utilisation d'hydrogène. Le mécanisme de la pile à combustible présente l'avantage de ne pas produire d'émissions polluantes mais uniquement de la vapeur d'eau et de la chaleur.
- Certains chariots élévateurs à pile à combustible ont été testés.
- La technologie des hydrures métalliques d'Hydrocell a été utilisée pour stocker l'hydrogène et le transporter. En fait, l'hydrogène n'est pas stocké sous forme gazeuse dans l'hydrure, mais est adsorbé au sein de la structure cristalline du métal. Un avantage lié à l'utilisation d'hydrure métallique est la faible pression de stockage, autour de 2-4 bars. Les unités de stockage portables Hydrocell sont équipées d'un raccord de tuyau auto-obturant à montage rapide et d'une soupape de sécurité: à travers un tuyau, elles peuvent être facilement connectées aux piles à combustible.

- L'hydrogène est fourni par la société finlandaise de distribution de gaz Woikoski Oy qui a également ouvert une première station de ravitaillement d'hydrogène au centre arctique de Rovaniemi. Woikoski a fourni au port, dans le cadre du projet Demo2013, une première station mobile de ravitaillement en hydrogène.

2) PORT DE VALENCE, projet H₂ PORTS

Un autre projet, démarré en 2019, est H2 PORTS (Implementation Fuel Cells and Hydrogen Technologies in Ports) qui vise à mettre en oeuvre des technologies de l'hydrogène pour certaines machines portuaires. Les tests auront lieu dans les terminaux Grimaldi et MSC du port de Valence et le projet est coordonné par la «Fundacion Valenciaport» en collaboration avec l'Autorité portuaire de Valence. Il existe également un financement de FCH JU (Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking).

Plus précisément, 3 actions pilotes sont prévues pour être testées:

- Un reach stacker à hydrogène pour le chargement / déchargement de conteneurs.
- Un tracteur de terminal pour les opérations roulières alimenté à l'hydrogène par piles à combustible.
- Une station mobile de ravitaillement en hydrogène pour faire le plein des 2 machines précitées et assurer des cycles de travail continus. Elle devra opérer dans une première phase dans les terminaux Grimaldi et MSC du port de Valence.



3) PORT DE LOS ANGELES et LONG BEACH, PROJET PORTAL et ZANZEFF

En 2017, Toyota a dévoilé un système de pile à combustible à hydrogène destiné aux camions lourds. Project Portal est un camion qui fonctionne grâce à cette technologie qui transporte des marchandises sur de courtes distances en n'émettant que de la vapeur d'eau. Il a été construit dans le but de participer à une étude de faisabilité au port de Los Angeles et de fournir les performances standard des véhicules de manutention portuaires correspondants propulsés par des carburants traditionnels, générant une

puissance de 670 ch avec un couple de 1325 lb * ft. (Équivalent 1800 Nm) à partir de 2 piles à combustible Mirai et d'une batterie de 12 kWh.



Une comparaison a été faite avec un camion diesel standard pour le transport de marchandises lourdes et il a été démontré que le camion Project Portal est capable de fournir de meilleures performances. Depuis avril 2017, mois au cours duquel les opérations de test ont débuté, les camions qui ont effectué ces démonstrations ont parcouru plus de 14000 miles de manutention de fret court-courrier dans la zone des ports de Los Angeles et de Long Beach.

Une poursuite du développement a été enregistrée en 2019. Cette année, Toyota et Kenworth ont dévoilé un nouveau camion à pile à combustible qui élargit le potentiel de ceux déjà construits par Toyota dans le cadre du portail de projets. Ce nouveau type de camion utilise le modèle Kenworth T680 Classe 8 combiné à la technologie de pile à combustible de Toyota. Ce n'est que le premier d'un groupe de 10 nouveaux véhicules zéro émission qui seront livrés dans le cadre du projet ZANZEFF (Zero and Near Zero Emissions Freight Facilities Projects) dont la tâche sera de transporter du fret entre les ports de Los Angeles et Long Beach. De plus, deux nouvelles stations de ravitaillement d'hydrogène seront construites par Shell, qui travaille en partenariat avec Kenworth et Toyota, une à Wilmington et une autre en Ontario, en Californie. Ils s'ajoutent à d'autres stations existantes situées aux services logistiques de Long Beach. Enfin, un autre objectif est de poursuivre l'utilisation des deux premiers tracteurs de construction à hydrogène dans le port de Hueneme (Californie) et l'utilisation progressive de chariots élévateurs zéro émission dans l'entrepôt Toyota du même port.

5) PORT de ROTTERDAM, projet HY- TRUCKS

Des expériences de ce type sont également prévues en Europe. Air Liquide et le port de Rotterdam ont annoncé en 2020 le lancement d'un projet dont l'objectif est de créer une «flotte» de 1000 camions à hydrogène circulant sur les routes principales reliant les Pays-Bas, la Belgique et l'Allemagne d'ici 2025 (environ 500 d'entre eux seront employés dans le port de Rotterdam). Plusieurs partenaires ont déjà été contactés et ont rejoint le projet, des constructeurs de camions tels que VDL Groep et Iveco-Nikola, aux entreprises de logistique en passant par les fabricants de piles à combustible. Afin d'assurer un approvisionnement adéquat en hydrogène aux futurs véhicules, il est nécessaire de mettre

en place des infrastructures de ravitaillement en ces lieux (il est prévu d'installer 25 stations hydrogène de grande capacité entre les Pays-Bas, la Belgique et l'Allemagne).



6) ILES ORCADI (Ecosse), projet BIG HIT

Les îles Orcades accueillent actuellement le projet BIG HIT (Building Innovative Green Hydrogen Systems in an Isolated Territory). BIG HIT est un projet avec un but démonstratif de cinq ans qui rassemble 12 partenaires européens sur la base de l'initiative hydrogène «Orkney Surf 'n' Turf», qui vise à contribuer à la construction de systèmes énergétiques locaux innovants. Les activités sont coordonnées par la «Fondation espagnole pour les nouvelles technologies de l'hydrogène en Aragon». L'Écosse est actuellement l'un des principaux pays européens dans le processus de décarbonation (les données de 2015 montrent que plus de 50% de la demande annuelle d'électricité de cette année a été satisfaite grâce à l'utilisation de sources renouvelables, tandis que les émissions de gaz à effet de serre enregistrées en 2020 sont jusqu'à 46% de moins que ceux déclarés en 1990).



L'objectif du projet BIG HIT, qui a débuté en 2016 et se trouve encore à sa phase finale, est de créer un modèle pour la production, le stockage, le transport et l'utilisation de l'hydrogène dans les îles Orcades. L'hydrogène ainsi produit sera utilisé dans le secteur des transports et pour produire de l'électricité et / ou de la chaleur pour des usages stationnaires. Ce modèle a été conçu pour être

reproduit dans d'autres territoires qui sont dans des conditions similaires. Les îles Orcades, situées au large de la dernière ramification nord de l'Écosse, ont une puissance «installée» de plus de 50 MW grâce à la présence de sources renouvelables telles que les vents et les marées. Ces sources renouvelables produisent plus de 100% de la demande d'électricité des îles Orcades à partir de sources renouvelables sur une base annuelle, mais la production réelle d'électricité est réduite par les contraintes du réseau. Grâce au projet BIG HIT, ce surplus d'énergie renouvelable sera utilisé pour produire de l'hydrogène vert grâce au procédé d'électrolyse de l'eau. De cette manière, le surplus d'énergie obtenu à partir de deux éoliennes et turbines marémotrices (situées sur les deux îles d'Eday et Shapinsay) est converti en électricité et, au moyen de deux électrolyseurs d'une puissance totale de 1,5 MW, de l'hydrogène est produit (à partir de «réactifs» tels que l'eau et l'électricité) pour une quantité d'environ 50 tonnes par an. L'hydrogène sera utilisé, en partie, pour chauffer une école locale sur l'île de Shapinsay, tandis que le reste sera transporté par voie maritime jusqu'à Kirkwall, où il alimentera une pile à combustible de 75 kW (qui fournira chaleur et électricité aux bâtiments portuaires et à 3 ferries amarrés en stationnement) et enfin une station de ravitaillement pour certains véhicules fonctionnant grâce aux piles à combustible.

Certains objectifs de ce projet sont

- La mise en œuvre d'une stratégie économique pour l'hydrogène aux Orcades.
- La conversion de 2,7 GWh / an d'énergie renouvelable réduite (car lors de la conversion des énergies renouvelables en électricité une partie de celle-ci est perdue) en H₂.
- Développer une méthodologie de transport d'hydrogène.
- Le stockage d'hydrogène jusqu'à 970 kg.
- Promouvoir les améliorations environnementales, avec une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 330 tonnes équivalent CO₂ par an.
- Apporter des bénéfices économiques aux populations des îles et, en même temps, améliorer l'acceptation publique locale de l'hydrogène.

Ce projet a débuté en mai 2016 et a récemment été quasiment terminé. La mise en service finale de la chaudière à utiliser dans l'école Shapinsay a été suspendue pour l'instant, en raison des restrictions de Covid-19. À l'heure actuelle, la démonstration du projet n'a été effectuée que pendant une courte période en raison de la pandémie, il est donc encore difficile d'évaluer les effets concrets des activités susmentionnées.

Une plateforme, appelée Hydrogen Territories Platform (HTP), a également été lancée dans le but d'établir les modalités de réplcation et d'applicabilité de ces modèles dans d'autres territoires

européens. Les partenaires du projet ont mené des activités de diffusion pour faire connaître autant que possible les activités menées dans les Orcades.

7) PORTO DI ROTTERDAM

Au sein du consortium North Sea Wind Hub, les partenaires Tenne T (Pays-Bas et Allemagne), Energinet (Danemark), Gasunie et l'Autorité portuaire de Rotterdam travaillent au développement d'un système énergétique durable à grande échelle dans la mer du Nord avec, principalement, l'installation de parcs éoliens offshore. De plus, l'Autorité portuaire de Rotterdam, en collaboration avec Gasunie, travaille au développement d'un «backbone hydrogène» à travers le port, afin que toutes les entreprises puissent se connecter à ce réseau pour se ravitailler en hydrogène si le besoin s'en fait sentir. L'idée est de développer un modèle de production qui implique l'utilisation d'hydrogène vert, éventuellement en combinaison avec de l'hydrogène bleu (avec de faibles émissions de CO₂).

Uniper et l'Autorité portuaire de Rotterdam évaluent également la possibilité d'une production à grande échelle d'hydrogène vert dans la zone de Maasvlakte 2 à Rotterdam. L'objectif est, en effet, de créer un modèle efficace de production d'hydrogène sur ce site à partir de l'électricité issue de l'énergie éolienne.

À cet égard, une grande éolienne, appelée Haliade-X, est en cours de test depuis 2019. Haliade-X a une hauteur de 248 mètres et une puissance de 12 MW. L'éolienne sera testée sur 5 ans, temps suffisant pour évaluer ses performances, dans le but ultime de la certifier pour pouvoir démarrer une production en série.

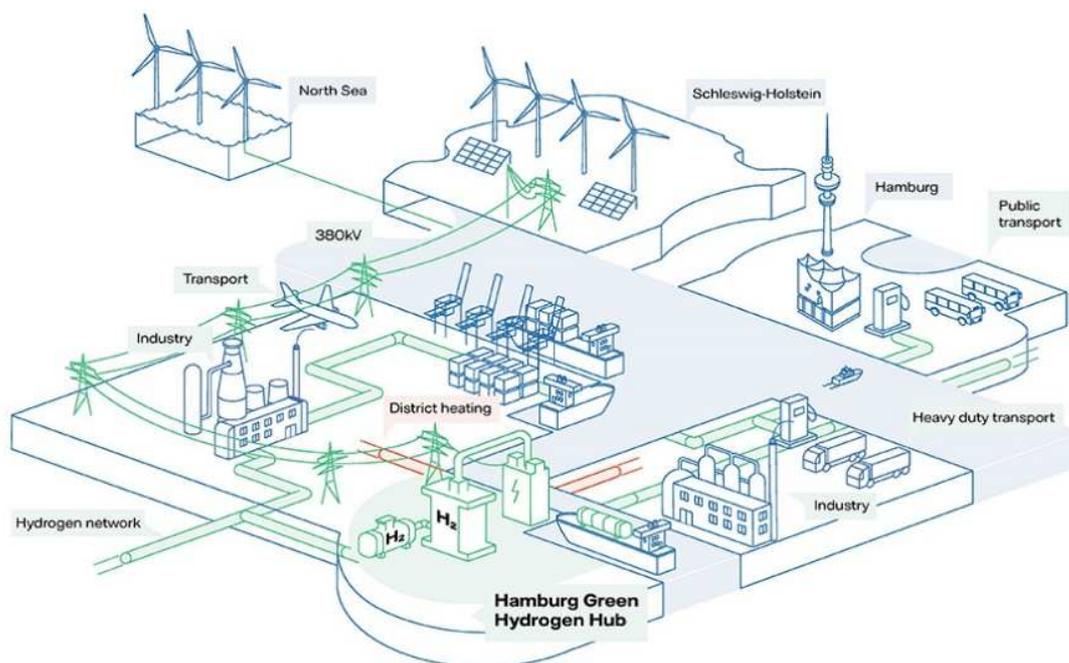


8) PORT DE HAMBOURG

Le port de Hambourg, en raison de sa position stratégique sur la mer du Nord, pourrait être le lieu idéal pour la production et le stockage d'hydrogène. Environ la moitié des émissions de NOx de la ville de Hambourg sont liées aux activités de son port, il est donc nécessaire de réduire ces quantités de polluants.

- Il y a actuellement 4 stations de remplissage d'hydrogène à Hambourg, la cinquième est en construction.
- Une raffinerie, la H&R Olwerke Schindler GmbH, fait la démonstration d'un électrolyseur de 5 MW à partir duquel extraire l'hydrogène pour le raffinage du pétrole.
- Linde Gas, quant à elle, produit de l'hydrogène principalement à partir du processus de reformage à la vapeur du gaz naturel.

Hamburg Green Hydrogen Hub



L'autorité portuaire de Hambourg est en train d'assumer un rôle de soutien dans la mise en œuvre des technologies de l'hydrogène. Le nord de l'Allemagne ayant un surplus d'électricité produite par les parcs éoliens offshore, il a été envisagé d'utiliser ce surplus d'électricité pour produire de l'hydrogène. En effet, les sociétés Vattenfall, Shell, Mitsubishi Heavy Industries et le fournisseur de chaleur municipal de la ville "Hamburg Wärme" envisagent de construire sur le site l'un des plus grands électrolyseurs au monde, d'une puissance de 100 MW d'une ancienne centrale à charbon. L'objectif est de produire de l'hydrogène à partir de l'énergie éolienne et solaire sur le site de la centrale électrique de Hamburg Moorburg et de l'utiliser à proximité immédiate à des fins industrielles, civiles et de transport. Outre la construction d'un grand électrolyseur, la construction éventuelle d'un «Green Hydrogen Hub» est également envisagée: il est nécessaire d'évaluer comment les infrastructures actuelles déjà présentes dans la ville de Moorburg peuvent être utilisées de manière rentable pour produire de l'énergie à partir de sources renouvelables. Oltre alla costruzione di un grande elettrolizzatore si prevede anche la possibile realizzazione di un "Green Hydrogen Hub": è necessario valutare come l'attuale infrastruttura già presente nella località di Moorburg possa essere proficuamente impiegata per produrre energia da fonti di tipo rinnovabile. En outre, une collaboration entre le développeur de piles à combustible Proton Motors, la société Linde et le fabricant de chariots élévateurs Still GmbH a développé un chariot élévateur à hydrogène au cours des années 2000. La "Linde Material Handling" a été la première entreprise de fabrication qui, au début des années 2000, a commencé à investir dans ces technologies.



9) TRAINS À HYDROGÈNE, ALSTOM

Le Coradia iLint est un projet de train à hydrogène utilisant des piles à combustible construites par Alstom et commandées par Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen (LNVG). En fait, LNVG, avec certains partenaires allemands, a lancé un projet pour tester l'hydrogène comme carburant pour les trains adaptés au transport de passagers en Allemagne; de plus, de septembre 2018 à février 2020, deux trains Coradia iLint ont parcouru avec succès plus de 180000 kilomètres. Des travaux sont actuellement en cours pour la production en série de ces nouveaux véhicules: les premiers trains de série à hydrogène devraient être en service régulier en Allemagne à partir de 2022. En Autriche également, un train à hydrogène dans le cadre de ce projet a terminé trois mois d'opérations d'essais sur les lignes régionales des chemins de fer OBB (Chemins de fer fédéraux autrichiens). L'Autriche est le deuxième pays d'Europe après l'Allemagne à avoir pleinement approuvé ce nouveau type de train dans le but de réduire progressivement l'utilisation de véhicules encore alimentés au diesel. Ce train est équipé de piles à combustible qui utilisent l'hydrogène comme carburant. Les piles à combustible, par réaction électrochimique, transforment l'hydrogène en électricité, qui alimente les batteries pour fournir une source d'énergie aux moteurs de traction. De plus, les freins du train rechargent les batteries qui stockent ainsi tout excès d'énergie pour une utilisation ultérieure. Ce type de train est aussi polyvalent et flexible que les trains diesel, il peut être ravitaillé en moins de 20 minutes et l'autonomie entre les ravitaillements peut aller jusqu'à 18 heures.



Bibliographie

Sites web

<https://hydrocell.fi/en/fuel-cells/hydrogen-storage-units/>

<https://www.greenport.com/news101/energy-and-technology/fuel-cells-at-ports>

<https://www.fch.europa.eu/news/h2ports-project-kicks-valencia>

<https://mag.toyota.co.uk/project-portal-zero-emissions-trucking/>

<https://pressroom.toyota.com/the-future-of-zero-emission-trucking-takes-another-leap-forward/>

<https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/air-liquide-and-port-of-rotterdam-authority-hydrogen-road-transport>

<https://cordis.europa.eu/project/id/700092/it>

<https://www.uniper.energy/power-generation/countries/netherlands>

<https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/giant-wind-turbine-on-maasvlakte-2>

<https://www.portofrotterdam.com/en/doing-business/port-of-the-future/energy-transition/ongoing-projects>

<https://www.hamburgportconsulting.com/news-en/germany-agrees-on-national-hydrogen-strategy-what-is-in-for-the-port-and-terminal-industry>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1464285903000324>

<https://www.mhi.com/news/210122.html>

<https://www.linde-mh.com/en/About-us/Innovations-from>

<https://www.alstom.com/press-releases-news/2021/1/worlds-first-hydrogen-train-coradia-ilint-honoured#:~:text=Coradia%20iLint%20is%20the%20first,water%20vapor%20and%20condensation%20water.>

<https://www.alstom.com/press-releases-news/2020/12/alstoms-hydrogen-train-successfully-completes-three-months-testing>

<https://www.alstom.com/solutions/rolling-stock/coradia-ilint-worlds-1st-hydrogen-powered-train>

<https://www.ballard.com/markets/rail>

Documents pdf

https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/FCH%20Docs/171127_FCH2JU_BCs%20Regions%20Cities_Consolidated%20Tech%20Intro_Rev.%20Final%20FCH_v11%20%28ID%202910585%29.pdf

<https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Sven%20Valentin%20-%20PPT-MSCTV-H.pdf>

<https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/10/f68/fcto-h2-at-ports-workshop-2019-iii2-pistol.pdf>

http://old.enea.it/produzione_scientifica/pdf_volumi/V2008_02CelleCombustibile.pdf

Terzi Francesca