

Le moteur à hydrogène



Le marché de l'hydrogène

La voiture électrique aurait dû révolutionner le marché de l'automobile, malgré une augmentation des ventes ces dernières années, il n'y a pas eu pour autant une révolution dans le choix des véhicules chez les automobilistes et l'on ne peut pas dire que **la voiture électrique fait l'unanimité au sein des conducteurs**. Selon les différents avis, il y a trop de contraintes à l'utilisation des véhicules électriques mais l'argument qui revient le plus est le doute sur la capacité à recycler les batteries au terme de leur usage. Les consommateurs seraient peut-être prêts à payer plus cher ou à accepter un véhicule ayant plus de contraintes à l'utilisation pour autant que l'impact écologique soit une vraie promesse d'avenir.

Au sein d'AV Management nous nous intéressons au **marché de l'hydrogène** car cette technologie **pourrait être utilisée pour les véhicules de tourisme mais aussi et surtout pour le transport maritime, le fret routier ainsi que pour l'alimentation en énergie des immeubles**. L'avantage du développement de cette technologie sur différents marchés va permettre de réduire les coûts de production plus rapidement et ainsi ouvrir de nouvelles perspectives pour le marché des véhicules de tourisme.

Moteur à hydrogène

Le marché de l'hydrogène	1
La production d'hydrogène.....	2
Batterie hydrogène vs. lithium ..	2
Les transports urbain.....	3
Les transports maritime	4
Le projet "Everywhzere"	5
Conclusion.....	5
PowerCell.....	6

Les points à retenir

- Les moteurs à hydrogène ont pour seule émission de la vapeur d'eau
- Les moteurs à hydrogène pourraient dépolluer en partie les océans
- Plusieurs projets institutionnels européens et suisse pour le développement de la technologie hydrogène

La production d'hydrogène

Disponible à l'état naturel sur toute la planète il faut cependant le produire pour pouvoir l'utiliser à grande échelle. En 2017, la production mondiale d'hydrogène a généré plus de CO₂ que l'Allemagne. Mais alors pourquoi s'intéresser à une énergie polluante ? Cet hydrogène, aussi appelé hydrogène gris, est fabriqué à partir de charbon et de gaz naturel, il est principalement utilisé dans le raffinage du pétrole et la fabrication de l'acier. **L'hydrogène qui nous intéresse, appelé hydrogène vert, est obtenu par électrolyse issu de l'énergie de l'éolien, du solaire ou la production d'algues.**

Son inconvénient, est qu'il est aujourd'hui plus cher à produire que l'hydrogène classique issu d'hydrocarbures. Cependant, **le développement des infrastructures pour produire des énergies propres devrait faire baisser le prix de l'hydrogène vert d'ici 2030** et encourager le développement de stations services pouvant délivrer de l'hydrogène aux véhicules de tourisme.

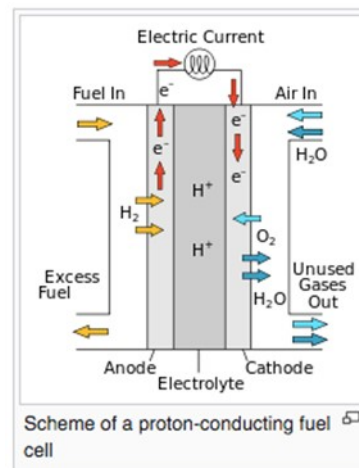


Figure 1 : Production d'hydrogène (https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell)

"le développement des infrastructures pour produire des énergies propres devrait faire baisser le prix de l'hydrogène vert d'ici 2030"

Batterie à hydrogène vs. batterie au lithium

Pourquoi faudrait-il investir sur la batterie à hydrogène alors que le développement des infrastructures pour les véhicules électriques à batterie au lithium est en pleine expansion en Europe et aux Etats-Unis ? Ne sont pas inclus les véhicules hybrides car ceux-ci utilisent en partie des carburants classiques pour fonctionner ; l'objectif ici est de comparer deux énergies vertes.

La batterie au lithium offre une petite autonomie par rapport au moteur classique, qu'il soit à essence ou au diesel. Pour les conducteurs ayant pris l'habitude de pouvoir conduire plusieurs centaines de kilomètres et de faire le plein de carburant en moins de 5 minutes, devoir planifier et organiser son parcours à l'avance apporte une contrainte en plus du doute de savoir si l'énergie du véhicule va suffire

jusqu'à la prochaine étape. **Cet inconvénient peut décourager plus d'un conducteur** qui préférera lors du changement de véhicule, rester sur un carburant classique.

La batterie à hydrogène permet de faire autant de kilomètres que la batterie au lithium et le coût du plein est pour l'instant plus cher. En revanche, **l'installation des chargeurs coûtera moins chère et sera plus facile d'être ajoutée aux pompes à carburant actuelles.** C'est pourquoi d'ici 2030 le prix du chargement de la batterie à hydrogène sera compétitif par rapport à la batterie au lithium. De plus, **le chargement d'une batterie à hydrogène prend seulement 5 minutes pour une autonomie de 600km.**

Si l'hydrogène a l'avantage de pouvoir être conservé en grande quantité et pour une longue durée, cela se transforme en inconvénient lorsqu'il s'agit de véhicule de tourisme. Les réservoirs pour l'hydrogène liquide sont trois fois plus grands que ceux pour les carburants classiques, ce qui pose problème dans la conception du véhicule car les usagers ne voudront pas céder de l'espace pour un réservoir d'énergie.

Autre point négatif pour l'hydrogène, **actuellement un véhicule de tourisme coûte 20'000 euros de plus à l'achat qu'un véhicule électrique au lithium.** Ce coût devrait baisser dans la décennie à venir car **les industries, soutenues par les états, investissent fortement dans la technologie à hydrogène en raison de son bilan carbone neutre.**

Différents pays possèdent déjà des réseaux de distribution d'hydrogène pour l'approvisionnement des

industries chimiques et pétrochimiques (environ 1 500 km en Europe de l'ouest et 1 150 km aux Etats-Unis).

Pour distribuer l'hydrogène aux utilisateurs, des infrastructures de ravitaillement devront être développées. **La mise au point de stations-service ne semble pas poser de problème technique particulier car il suffit d'ajouter un réservoir à hydrogène aux autres réservoirs déjà existants.** Une quarantaine de stations pilotes existe d'ailleurs déjà dans le monde, en particulier aux États-Unis, au Japon, en Allemagne, en Suisse et en Islande. Il faudra cependant du temps pour que des stations-service maillent tout le territoire. Le principal frein à ce développement, est l'investissement financier qu'il représente par rapport à la conviction générale de voir dans un avenir proche, une majorité de véhicules de tourisme fonctionner à l'hydrogène.



[L'hydrogène : énergie de demain](#)

Fébus est le nouveau bus à haut niveau de service de l'agglomération paloise. Son mode de propulsion écologique en site propre en fait le premier bus à haut niveau de service de 18 mètres au monde fonctionnant avec une pile à hydrogène.

L'hydrogène dans les transports urbain

Les véhicules de transport publics, tels que **les bus, semblent plus à même d'être équipés de moteurs à hydrogène, en raison de la place disponible pour les réservoirs.**

Des entreprises technologiques développent actuellement **des moteurs permettant aux bus urbains de faire plus de 400km sans recharger leur batterie.** La ville de Pau en France s'est dotée de 8 bus à hydrogène en 2019 (voir encadré). La Chine a déjà testé la technologie hydrogène en 2008 lors des Jeux Olympiques puis en 2010 lors de l'Exposition Universelle, en mettant à disposition des bus à hydrogène pour transporter les athlètes et les visiteurs.

Fort de ce succès et poussée par des taux élevés de pollution **la Chine est en train de développer rapidement et va vendre à grande échelle des véhicules de tourisme à hydrogène d'ici 2025.**

Si les agglomérations remplaçant tous les bus utilisant des énergies fossiles par de **l'hydrogène cela baisserait significativement les émissions de CO₂,** engendrerait une amélioration de la qualité de l'air et de ce fait réduirait les allergies et autres problèmes respiratoires que connaissent les citadins et au final aurait **un impact positif sur les coûts de la santé publique.**

À masse égale, il libère trois fois plus d'énergie que l'essence. L'hydrogène n'est pas une source d'énergie directe mais plutôt un vecteur énergétique. Il est considéré comme un moyen durable de stocker l'énergie, en particulier l'électricité issue des énergies renouvelables. C'est enfin une énergie propre, sans aucune émission polluante ni gaz à effet de serre : les bus qui roulent à l'hydrogène ne rejettent que de la vapeur d'eau.

Source : <https://www.h2-mobile.fr/actus/febus-bus-hydrogene-arrive-pau/>

The Ocean Mapping Expedition

The Ocean Mapping Expedition à pour but de cartographier la pollution sonore des océans ainsi que les plastiques à la dérive.

Suite à un échouage massif de calmars géants en Espagne en 2001, les scientifiques ont étudié les possibles raisons d'un tel désastre. Ils ont constaté des lésions de l'organe sensoriel qui maintient l'équilibre des céphalopodes. Suite à cela ils ne se nourrissent et ne se déplacent plus, entraînant une mort lente et certaine. Ces lésions ont été provoquées par l'utilisation de canons à air sous l'eau dans le périmètre où se trouvaient les calmars.

L'impact du bruit humain dans les océans pourrait avoir de lourdes conséquences à moyen terme sur l'économie mais surtout sur les ressources de nourriture.

C'est pourquoi il est plus que nécessaire de trouver des solutions telles que les moteurs à hydrogène pour le fret maritime.

Source : <https://www.letemps.ch/sciences/pollution-sonore-traumatise-faune-aquatique>

L'hydrogène dans le fret maritime

S'il y a bien un marché où les émissions de CO₂ doivent impérativement baisser c'est le fret maritime. Non seulement **les porte-conteneurs mais aussi les paquebots de croisière, consomment un pétrole quasiment brut qui émet des quantités considérables de CO₂ ainsi que 5 à 10% du rejet mondial de dioxyde de soufre.** Ce dernier accroît le taux d'acidité des océans et répand des particules fines et ultrafines dans l'atmosphère et à la surface de l'eau. Par exemple, un porte-conteneurs peut consommer entre 140 et 300 tonnes de fuel par jour. Au niveau mondial ce sont 250 millions de tonnes par an ce qui représente 10% de la production pétrolière mondiale.

A cela s'ajoutent **les vibrations et**

les bruits des moteurs qui perturbent la faune sous-marine. Au travers d'une étude scientifique sous-marine, « The Ocean Mapping Expedition », les biologistes ont constaté que **les mammifères marins sont fortement perturbés par les sons étrangers au milieu naturel** mais leurs études ont également montré que les invertébrés marins souffrent tout autant alors qu'ils ne disposent pas d'organes auditifs. (voir encadré)

Equiper les paquebots et les porte-conteneurs de moteurs à hydrogène permettrait de limiter l'impact négatif que les activités humaines ont sur le milieu marin.

"Equiper les paquebots et les porte-conteneurs de moteurs à hydrogène permettrait de limiter l'impact négatif que les activités humaines ont sur le milieu marin."

Certaines entreprises technologiques travaillent aujourd'hui à la production de **moteur à hydrogène compacts ayant la capacité de fournir l'énergie nécessaire pour des bateaux de plusieurs tonnes.** Un armateur italien est en train de tester l'énergie hydrogène sur des bateaux de croisière mais aussi sur des porte-conteneurs. Il sera intéres-

sant de comparer l'efficacité de la nouvelle énergie par rapport au carburant habituel. **Si ces expériences s'avèrent positives cela présenterait de nouvelles opportunités d'investissement ayant un impact positif pour la planète.**

Source : <https://reporterre.net/Les-paquebots-geants-sont-une-source-geante-de-pollution-marine>

Source : <https://labs.letemps.ch/interactive/2016/longread-fioul-lourd/>

Projet « EVERYWH2ERE »

La réduction de la pollution dans les villes passe par l'innovation des moyens de transport mais il y a d'autres activités consommant des énergies fossiles qui pourraient réduire leur bilan carbone.

C'est ainsi que la **Communauté Européenne soutient un projet de développement pour des structures hydrogène transportables**, efficaces et à un coût raisonnable. **L'objectif est de produire** pour les pays de la zone Euro, **des moteurs hydrogène qui pourraient être utilisés lors de manifestations**, tels que les festivals, les sites de constructions **ou tout autres événements nécessitant un apport électrique**. De telles structures permettraient de **réduire le bruit au sein des villes et d'envisager de faire des**

travaux la nuit lorsque les lieux publics sont vides, ce qui réduirait les risques d'accident avec les piétons mais surtout ne dérangerait plus les habitants dans leur sommeil. Par exemple, en Suisse lors des travaux sur les autoroutes, les entreprises pourraient avancer plus vite dans l'exécution des chantiers sans pour autant nuire aux riverains. **Selon les experts de la santé, 20% de la population européenne souffre de nuisances sonores inacceptables ayant un impact significatif sur la santé**. Il devient donc urgent de trouver des solutions pour protéger la santé de la population dans sa globalité.

Source : <http://www.everywhzere.eu/the-gensets/>

"Il est urgent de soutenir des sociétés qui offrent des perspectives d'une économie plus propre."

Conclusion

Si la batterie à hydrogène présente des avantages non négligeables sur plusieurs aspects, la technologie doit encore convaincre les investisseurs. Le moteur à combustion date de 1856. Depuis lors et jusqu'à la fin du 20ème siècle les automobilistes et tous les modes de transport sont restés fidèles à ces énergies sans trop se poser de question sur les conséquences écologiques et sanitaires. Depuis les années 2000 et les différents événements climatique, les consciences s'ouvrent et les consommateurs ont une demande de plus en plus appuyée pour avoir une consommation engendrant un impact écologique significativement inférieur à celui enregistré jusqu'ici. **Si les industriels n'ont pas attendu les années 2000 pour commencer à développer de nouveaux moteurs, il faut pour autant que le consumma-**

teur soit prêt à changer ses habitudes de consommation.

Si nous pensons que le moteur à hydrogène est une solution d'avenir c'est parce que les développements actuels donnent des résultats encourageants. **Plusieurs sociétés développent des moteurs à hydrogène mais aussi des structures fonctionnant à l'hydrogène pouvant remplacer des énergies fossiles.** Nous avons sélectionné une société en particulier car elle se spécialise dans les moteurs pour les industries du fret mais aussi sur des moteurs compressés pour les véhicules de tourisme. Comme nous l'avons vu plus haut, le fret maritime a des répercussions négatives considérables sur l'environnement. **Il est donc urgent de soutenir des sociétés qui offrent des perspectives d'une économie plus propre.**

Société à suivre

PowerCell est une société qui développe et produit des moteurs et des stations à hydrogène pour le fret maritime et routier mais aussi pour le chauffage des bâtiments. Les seules émissions de ces structures sont de la vapeur d'eau.



Leur produits ont été développés avec des partenaires du secteur automobile pour répondre au mieux à toutes les exigences, notamment en terme de place et d'efficacité.

Comme nous l'avons vu précédemment, il y a urgence à trouver une solution valable sur le long terme pour le fret maritime. PowerCell procure déjà des systèmes de batterie pour les bateaux de croisière ainsi que pour la marine marchande.

En Suisse, depuis 2016 Coop a ouvert la première station-service à hydrogène et introduit le premier camions-remorque à hydrogène au monde. Coop a pour ambition d'avoir une flotte complète à l'hydrogène et réduire ainsi à zéro ses émissions carbone pour le transport.

PowerCell est impliqué dans plusieurs projets européens pour le développement de structures exemptes d'émissions de CO₂. Notamment dans le projet Everywhzere que nous avons vu plus haut. L'entreprise travaille aussi avec le Ministère Fédéral des Transports allemand pour le développement d'une plateforme de piles à combustible pour l'industrie automobile allemande. En décembre 2017 le Ministère a décidé de financer le projet de

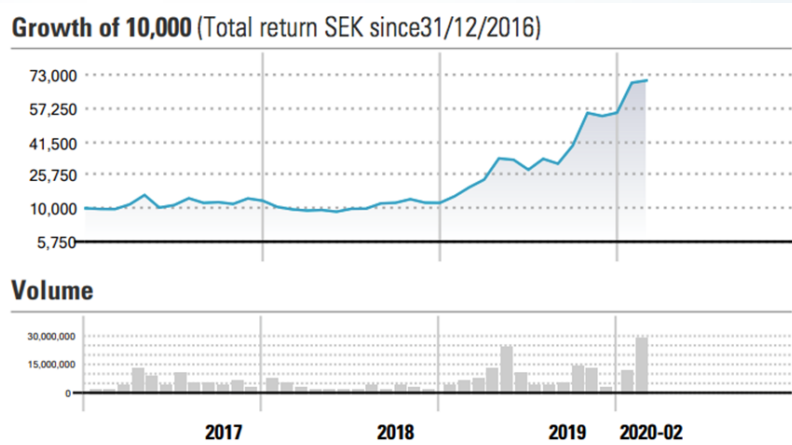
pointe AutoStack-Industrie. PowerCell est l'un des partenaires du projet, avec BMW, Daimler, Ford et Volkswagen, ainsi que des sous-traitants.

«La décision signifie que nous, avec les constructeurs et sous-traitants de véhicules allemands, pouvons développer une plate-forme pour la technologie des piles à combustible qui fournit la base pour une production à grande échelle de voitures à hydrogène, explique Per Ekdunge, directeur technique de PowerCell Suède et PDG de PowerCell. Filiale allemande.»

PowerCell a été créée en 2008 et depuis lors la société se développe et participe à des projets de grande envergure, c'est pourquoi nous pensons que c'est une entreprise qui mérite d'être suivie car son activité participe de manière significative à la préservation de l'environnement mais aussi car sa stratégie de développement est pertinente et cohérente avec les besoins des consommateurs. En travaillant sur des moteurs compressibles, PowerCell répond à la problématique de la place dans les véhicules de tourisme.



PowerCell en chiffres



Yearly Performance % (SEK)

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020-02
-	-	506.2	-28.4	35.7	-7.4	338.3	27.63

Trailing Returns % (SEK)

26/03/2020

1 Week	1 Month	3 Months	6 Months	YTD	1 Year	3 Years	5 Years
31.3	-11.6	40.8	98.0	35.9	234.9	107.4	101.2

Profitability and Valuation (SEK)

Years	5 Yr Trend	2016	2017	2018
Return on Assets %		-76.3	-36.0	-25.2
Return on Equity %		-274.9	-59.2	-39.1
Return on Invested Capital %		-103.5	-43.7	-30.1
Price / Earnings		-16.5	-29.2	-27.0
Price / Sales		125.0	76.9	37.9
Price / Book		40.8	9.6	13.1

Financials (SEK)

Years	5 Yr Trend	2016	2017	2018
Revenue (Mil)		12	37	61
Gross Operating Profit (Mil)		3	11	23
Operating Income (Mil)		-66	-67	-59
Operating Margin %		-542.5	-181.5	-97.8
EBIT (Mil)		-66	-67	-61
Income before income taxes (Mil)		-66	-67	-62
Net Income (Mil)		-66	-67	-62
Operating Cash Flow (Mil)		-68	-51	-100
Free Cash Flow (Mil)		-71	-61	-117
Basic Earn. Per Share		-1.50	-1.30	-1.20
Dividend Per Share		-	-	-

Sociétés à suivre



Fuelcell Energy est une société qui fournit des **solutions de piles à combustible propres**, configurées pour la production, la récupération et le stockage d'énergie. **Leurs installations permettent de fournir en énergie**, neutre en émissions de CO₂, **des usines nécessitant un flux continu de mégawatts** mais aussi de **stocker une grande quantité d'énergie**. Leurs principaux clients sont des collectivités, des universités, des entités gouvernementales ainsi que diverses entreprises industrielles. Fuelcell Energy s'occupe aussi de la maintenance à long-terme de l'installation, ce qui réduit considérablement les inquiétudes des clients liées au fonctionnement des génératrices.



Ballard est une société qui depuis plus de 40 ans produit des **piles à hydrogène pour l'industrie automobile** (contrat avec Audi, Van Hool, Solaris, etc), **la marine, les chemins de fer**, etc. La société est un concurrent de Power Cell car les deux sociétés vendent les mêmes produits sur les mêmes marchés.



La plate-forme **Energy Server** est un **système avancé de production d'énergie distribuée qui fournit une alimentation primaire permanente, personnalisable**. Il fournit une énergie fiable, résiliente, propre et abordable, en particulier dans les zones où les coûts d'électricité sont élevés. Les serveurs d'énergie Bloom peuvent être personnalisés au départ et mis à niveau plus tard pour intégrer de nouveaux accessoires et capacités énergétiques, ce qui permet de répondre aux besoins énergétiques d'aujourd'hui et de demain. **La solution s'intègre facilement dans les environnements d'entreprise grâce à une conception esthétique, un model compacte, des nuisances sonores minimales** et des émissions CO₂ neutres. Quelques-uns de leurs clients sont Yahoo, Walmart, Google, Medtronic, Adobe, etc.



Aisin Group produit des **systèmes qui utilisent la chaleur produite lors de la production d'électricité pour chauffer l'eau et les espaces de vie** afin d'obtenir une utilisation énergétique plus efficace, il permet aussi de refroidir sous la forme d'un climatiseur mais avec zéro émission nocive pour l'environnement. **Ainsi les foyers peuvent produire leur propre énergie**.



Ceres produit un **système permettant de générer de l'électricité à partir de carburants conventionnels tels que le gaz naturel, l'éthanol ou l'hydrogène**. Le système est applicable pour les centres commerciaux et les industries, les résidences. **Les data center font aussi partis de leurs clients car leur besoin en énergie est colossal** et la production de chaleur peut générer de l'énergie qui au lieu de partir dans la nature, peut être réutilisée. Le développement de la technologie pour les véhicules de tourisme est aussi dans leur pipeline.