Alcimed

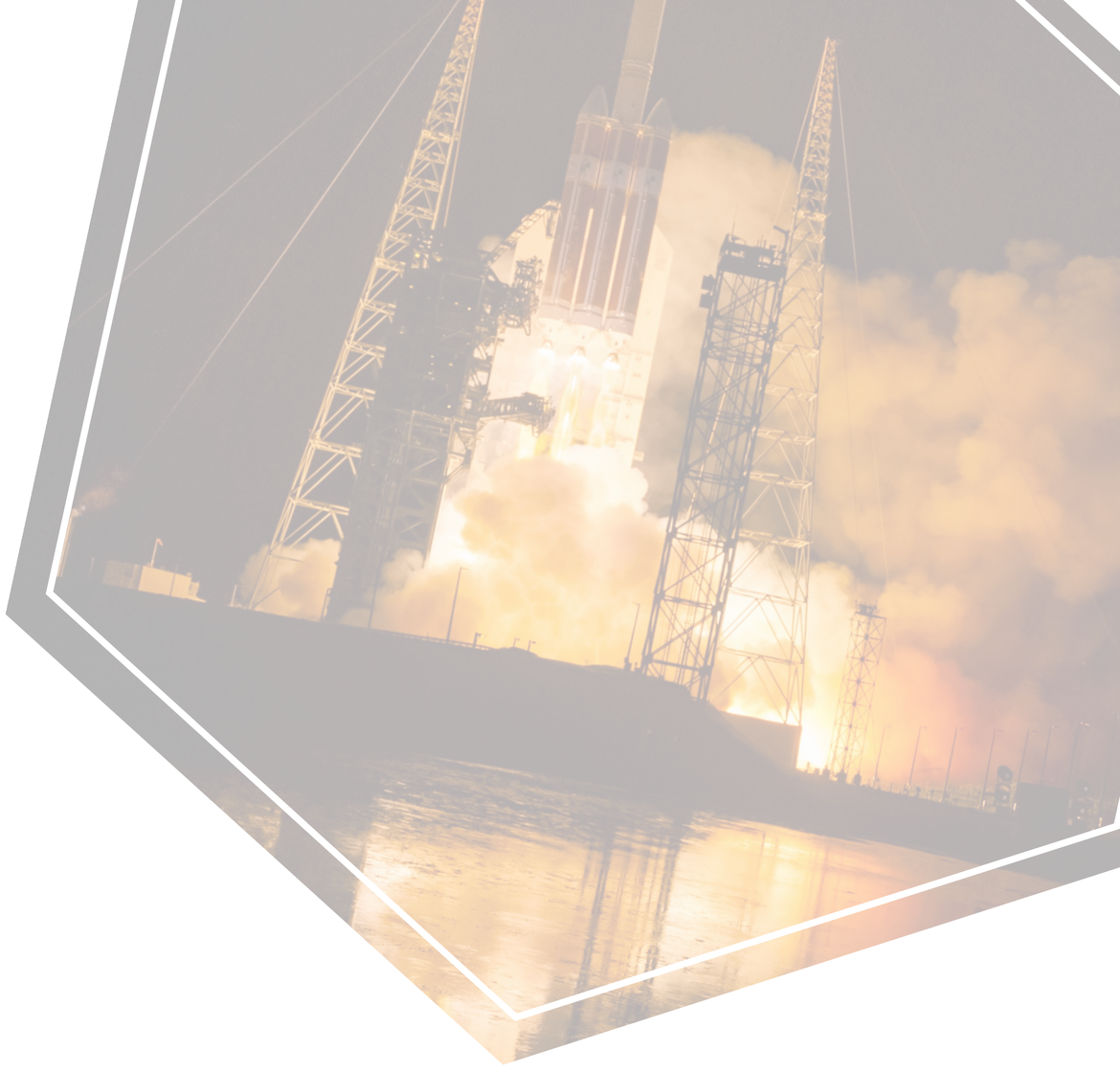
HYDROGÈNE
Imaginons l'an 2050

Pierre Gadrat (Associé et Directeur Division Industrie, Alcimed) et Didier Kayser (Senior Advisor)

Livre blanc

Janvier 2020

TABLE DES MATIÈRES



03 Introduction

04 Les 5 raisons de croire à l’essor de l’hydrogène

07 « Il faut que tout change pour que rien ne change »

10 Quelques questions en guise de conclusion

11 A propos des co-auteurs et d'Alcimed

12 Références

HYDROGÈNE 2050: PROJECTIONS DANS UNE ÉCONOMIE NOUVELLE

Introduction

De même que l'âge de pierre ne s'est pas terminé faute de pierres, l'âge des énergies fossiles ne s'éteindra pas faute de pétrole ou de gaz [1], mais parce que les **progrès techniques** auront permis à tous, scientifiques, industriels, régulateurs et acteurs des territoires, de concevoir et de mettre en place une **nouvelle économie de l'énergie**, plus **respectueuse de notre environnement**.

Celle-ci sera essentiellement basée sur trois modes de **fourniture** : **l'électricité**, **les biocombustibles** et **l'hydrogène**, avec une segmentation à long terme selon les différents usages qui n'est pas encore figée.

Face aux mutations qui s'annoncent, tous les acteurs de l'énergie innovent, de la start-up aux multinationales, et prennent des positions scientifiques ou industrielles **audacieuses**, souvent soutenues par leurs gouvernements.

On a ainsi pu observer, sur les deux dernières années**, un engouement mondial** en faveur de l'hydrogène, à tel point que l'Agence Internationale de l'Energie titrait, en Juin 2019 :

"2019, a moment of unprecedented momentum for Hydrogen."

Et la filière va très vite franchir de nouvelles étapes décisives : premiers électrolyseurs de très grande puissance, extension du réseau de stations-service grand public, banalisation progressive des applications en mobilité terrestre lourde, injection dans les gazoducs…

Nous avons donc voulu **comprendre** en quoi cette dynamique allait bouleverser le paysage économique et industriel que nous connaissons aujourd'hui.

Pour cela, il fallait aller au-delà des certitudes de court terme et des exemples déjà largement communiqués, et nous projeter dans le **très long terme**.

Nous avons ainsi choisi de présenter **5 ruptures potentielles**, en nous plaçant **à l'horizon 2050** :

- La Mer du Nord : nouveau territoire de l'industrie
- Hydrogène et biochimie : et le CO2 devient vertueux
- Et si l'hydrogène se transportait comme le pétrole ?
- Le Maroc : un nouveau géant de l'énergie
- L'avion à hydrogène : moins de bruit, moins de suies

Toutes ne se concrétiseront pas, ou pas aussi tôt, mais toutes feront certainement l'objet **d'investissements massifs**, et d'intenses **jeux d'acteurs**.

Dans les pages suivantes, les exemples repérés par des pastilles vertes 2050 *sont ceux qui auront atteint le stade industriel en 2050; ceux repérés par une pastille orange* 2050 *ont une probabilité de concrétisation plus faible à cet horizon de temps.*

LES RAISONS CROIRE À L'ESSOR DE L'HYDROGÈNE

Pourquoi l'hydrogène?

Tout d'abord, parce qu'il est **infiniment abondant** sur terre, chaque litre d'eau, douce ou salée, en contenant approximativement 110 grammes.

Ensuite, parce que cet hydrogène peut être extrait de l'eau à partir **d'électricité,** ce qui est une façon de valoriser les très importantes capacités de production éoliennes et photovoltaïques qui sont perdues aujourd'hui (*voir page 5*), faute d'avoir des réseaux de transport suffisants*.

On obtient ainsi un **hydrogène « vert »**, dont l'utilisation massive permettra non seulement d'abaisser considérablement **l'empreinte carbone** de nombreux *process* industriels lourdement émetteurs : production d'acier, de produits chimiques de base, etc. mais permettra aussi de transformer le **CO2** en méthane (*voir page 6*), valorisable sur site ou injectable dans les gazoducs.
Facilement distribuable et stockable dans des véhicules, à qui il confère une autonomie comparable à celle de l'essence, l'hydrogène autorisera des percées ambitieuses, par exemple pour **l'avion de demain** *(voir page 9)* à empreinte carbone nulle. Et ceci sans recours notable à des **métaux rares,** contrairement aux batteries.

Le développement d'une économie de l'hydrogène constitue une formidable opportunité pour les acteurs Européens, de rester à la pointe d'un futur marché de 2 500 milliards de dollars par an [2].
Air Liquide, Airbus, Alstom, Engie, Faurecia, Linde, Michelin, PlasticOmnium, Siemens, ThyssenKrupp et beaucoup d'autres ne s'y trompent pas.

**En Allemagne aujourd'hui, 5 TWh/an d'énergie renouvelable ne sont pas utilisés, faute de pouvoir être injectés dans les réseaux de transport d'électricité du pays[3]. En Chine, c'est approximativement 10 fois plus.*

LES ATOUTS DE L'HYDROGENE

Les gouvernements de la plupart des grands pays ont mis en place d'importants **programmes de soutien** au développement de la filière hydrogène, ce qui va permettre aux industriels de franchir vite les étapes de qualification et d'industrialisation massive des meilleures solutions. Et si le **transport** sur de très longues distances de gros volumes d'hydrogène se développe comme les promoteurs des technologies LOHC** l'espèrent *(voir page 7)*, alors de **nouveaux pays,** riches de leur potentiel éolien ou solaire et d'une façade maritime, deviendront des fournisseurs majeurs d'énergie *(voir page 8)*. **L'Europe**, ses industriels et ses citoyens, ne peuvent que bénéficier de ce **grand tournant** : optimisation de nos ressources renouvelables, réduction de nos émissions de gaz à effet de serre et de la pollution de nos villes, réduction de notre dépendance aux énergies fossiles, création d'un robuste portefeuille de **brevets** et d'un **savoir-faire** de pointe sur des technologies nouvelles de portée mondiale…
Nous sommes bien placés dans cette révolution.
Sachons le rester !

*** Liquid Organic Hydrogen Carrier.*

LA MER DU NORD
LE NOUVEAU TERRITOIRE DE L'INDUSTRIE

01
RUPTURE #1

2050 Les éoliennes offshore

Nous sommes **en 2050**, et plusieurs milliers d'**éoliennes offshore** de grande puissance sont installées en Mer du Nord, au large des côtes néerlandaises, allemandes et danoises. La plupart de ces éoliennes sont reliées à des installations optimisées de gestion du courant électrique, installées sur **10 îles artificielles**, qui accueillent aussi des **électrolyseurs** pour la **conversion en hydrogène** de l'énergie excédentaire.

Au cours du temps, ces îles ont été agrandies, afin de devenir de véritables **parcs industriels** où cohabitent plusieurs acteurs aux intérêts convergents. Leur point commun : produire, ou consommer, des quantités importantes d'H2, d'O2 ou de CO2.

North Sea Wind Power Hub

2019

Le consortium **NSWPH** résulte d'une alliance entre le Port de Rotterdam, Gasunie, et deux gestionnaires de réseaux de transport d'électricité : TenneT et Energinet.

Il vise à développer et mettre en œuvre un projet industriel **d'optimisation** des ressources **éoliennes offshore** de la Mer du Nord, évaluées à **180 GW** .

Une dizaine **d'îles artificielles** seraient crées, chacune étant raccordées à plusieurs fermes offshore, selon un concept « *hub-and-spoke* ».

Une ou plusieurs de ces îles seraient équipées **d'électrolyseurs** de très grande capacité.

L'hydrogène ainsi produit serait **transporté** par **canalisations** sur le continent, en réutilisant des gazoducs existants.

Source : North Sea Wind Power

Vue d'artiste de l'île artificielle de Dogger Bank - Source: TenneT

2050 La méthanation in-situ

La proximité d'avec les anciens gisements de gaz de Groningue, désormais massivement utilisés pour le **stockage du CO2** émis par les industriels du continent, permet l'exploitation d'unités industrielles de **méthanation en cavité souterraine[4]**, garantissant pour des décennies le maintien d'une source importante de méthane en Europe, selon un concept **d'économie circulaire** à très grande échelle.

2050 La valorisation chimique

Les quantités d'H2 et de CO2 disponibles permettent également l'exploitation d'unités de production **d'ammoniac** et de **méthanol** situées sur les îles, ce qui réduit la dépendance de l'Europe à ces produits de base, dont l'**empreinte carbone** est ainsi considérablement diminuée.

2050 La valorisation de l'oxygène coproduit

Plusieurs mégatonnes par an **d'oxygène** sont aussi coproduites à **coût marginal** en sortie des électrolyseurs et, au-delà d'une valorisation locale en **pisciculture**, sont injectées dans les oxygénoducs d'Europe du Nord, renforçant la **compétitivité** des grands aciéristes et des grands chimistes qu'ils alimentent.

HYDROGÈNE ET BIOCHIMIE: ET LE CO2 DEVIENT VERTUEUX!

02
RUPTURE
#2

2050 Le CO2 converti en méthane

Nous sommes **en 2050** et la biologie a réussi ce qui paraissait encore improbable il y a peu : **convertir le CO2 en méthane**, dans des conditions beaucoup plus douces que par la voie traditionnelle de la chimie catalytique à haute température.
En effet, des micro-organismes unicellulaires, tels que les **archées**, «catalysent» la réaction de méthanation :

$$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

à des températures et des pressions proches des conditions ambiantes, sans apport en énergie, et sans catalyseur métallique additionnel.
Grâce à un accès facile à de grands volumes d'hydrogène vert, les **bioréacteurs** de méthanation se sont multipliés, et plusieurs filières industrielles jusqu'alors fortement émettrices de CO2 ont considérablement réduit leur **empreinte carbone**. Le CO2 des fumées de **combustion,** une fois transformé en méthane, est **réinjecté** dans les réseaux de gaz des usines, réduisant d'autant leurs consommations de combustible fossile.

2019

Le projet **METHAGRID**, lancé en septembre 2019 à l'initiative de GRTgaz, de Cristal Union, de plusieurs partenaires académiques et industriels et de la Région Grand'Est, vise à renforcer la **valorisation énergétique et économique du biogaz** produit par **méthanisation** grâce à l'addition d'un réacteur de **méthanation biologique**.
Le projet comporte une phase de **recherche en laboratoire** chez ARD (société française de biotechnologie industrielle) et une phase à l'échelle **pilote** dans la **bioraffinerie** de Bazancourt-Pomacle à proximité de Reims.

Source : Communiqué de presse 06 sept.19

Archées méthanogènes - *Source : projet Européen Store&Go.*

2050 Des méthaniseurs à rendement augmenté

Les gros **méthaniseurs et pyro-gazéifieurs** sont désormais systématiquement couplés à des réacteurs de méthanation biologique, où les oxydes de carbone issus de la méthanisation ou de la gazéification sont convertis en méthane. On obtient ainsi un **biogaz** dont la teneur en méthane dépasse **95%[5].** Quel changement économique et écologique ! Le potentiel énergétique des **boues** de station d'épuration, des **déchets** agricoles et d'élevage, comme ceux des résidus de la **filière bois** est considérablement augmenté puisque tout leur contenu carbone est valorisé.

2050 Les cimentiers : de nouveaux énergéticiens

Les **cimentiers**, qui génèrent de très gros volumes de CO2 pour partie issu de la décomposition du calcaire, et pour partie de l'utilisation de **résidus pétroliers** ou de divers **combustibles alternatifs**, ont atteint leurs objectifs de réduction de 80 % de leur empreinte carbone par rapport à 2016* et, grâce à la méthanation biologique, injectent même du **gaz « vert »** dans les réseaux de distribution. Leur CO2 est devenu **vertueux** !

**Objectif 2050 du Syndicat Français de l'Industrie Cimentière, annoncé le 14 novembre 2018.*

ET SI L'HYDROGÈNE SE TRANSPORTAIT COMME LE PÉTROLE?

03
RUPTURE #3

2050 Un hydrogène sous forme chimique

Nous sommes **en 2050** et l'hydrogène se **transporte** en grands volumes, sur de **longues distances**, par voie maritime ou ferrée, sans les pertes par évaporation et les contraintes associées au transport en phase liquide.

La géographie des **pays producteurs** s'en trouve bouleversée, comme ce fut le cas, dans les années 2000, avec l'essor du GNL.

La clef du mystère ? Transporter l'hydrogène sous forme chimique.

Sur le site producteur, la molécule d'hydrogène réagit avec un composé chimique, pour former un **liquide stable**, facilement transportable. Dans le pays importateur, ce liquide est décomposé, libérant **l'hydrogène** et régénérant le composé d'origine, qui est réacheminé sur le site producteur, en une boucle fermée (**économie circulaire**).

covalion

2019

Filiale de Framatome GmbH en Allemagne, (Groupe EDF), **Covalion** a développé une solution mobile de stockage et de relargage H2 basée sur le principe des LOHC. Leur plus gros modèle délivre 94 Nm3/jour d'H2, soit environ 8,5 kg/jour, ce qui reste encore relativement modeste pour des applications industrielles, mais démontre la faisabilité du procédé. Début 2019, Covalion s'est rapprochée de **Hydrogenious**, une start-up Allemande également active dans la technologie LOHC et qui propose des unités permettant le relargage **d'1,5 tonne H2/jour**. Les deux acteurs ont basé leurs process sur l'utilisation du **dibenzyltoluène***, utilisé déjà dans l'industrie comme fluide caloporteur ou comme fluide diélectrique.

Sources: Sites de Covalion et d'Hydrogenious

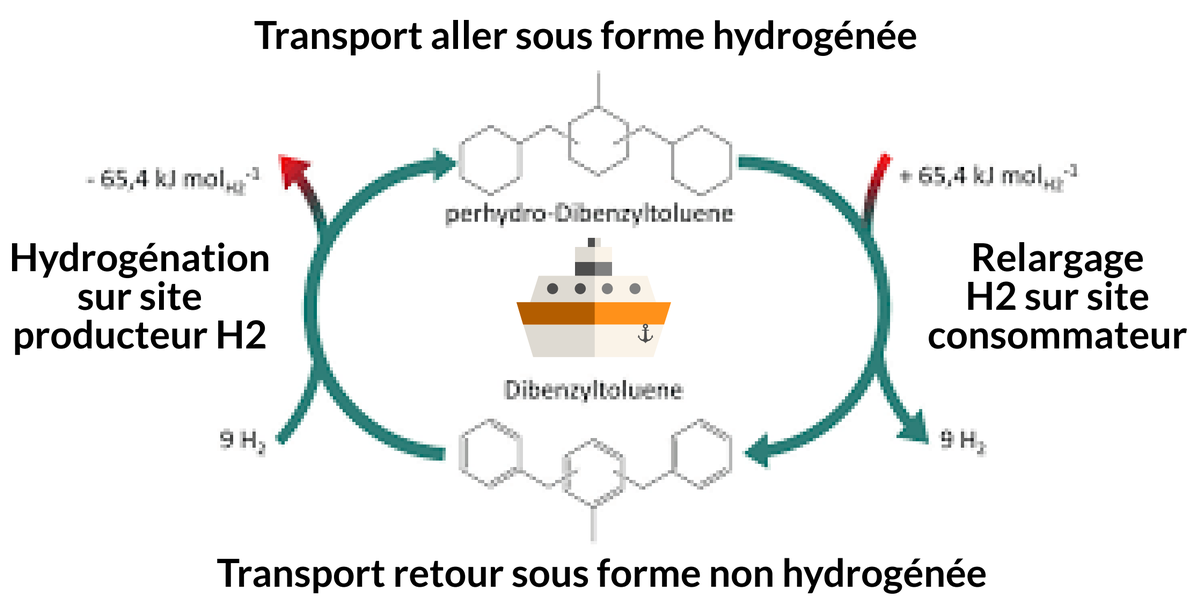


Schéma de principe du transport H2 par LOHC.
Cas du dibenzyltoluène (DBT) liquide stable sous ses formes hydrogénées et non hydrogénées.

2050 La chimie des LOHC*

Les travaux de 2019 tendaient à prouver que le **dibenzyltoluène (DBT)*** serait un des meilleurs vecteurs d'hydrogène. Est-ce confirmé par les chimistes et les industriels de 2050 ? Le **transport** d'une « tare » pesant 15 fois la masse d'H2 véhiculée, hors réservoir, reste-t-il l'optimum ? Le **méthanol** ou **l'ammoniac** constituent-ils également des vecteurs d'H2 économiquement viables ?

2050 Le volet thermique

L'étape d'hydrogénation étant exothermique, les calories générées sont **utilisées** en chauffage ou pour améliorer le rendement des électrolyseurs. A l'inverse, le relargage de l'hydrogène est une réaction endothermique, et les sites de relargage ont donc été implantés à proximité d'usines disposant de **calories** jusqu'alors **non valorisées**.

2050 LOHC et industrie minière

Pour pouvoir fonctionner sans émettre de gaz d'échappement nocifs, sans batteries, et sans les contraintes liées au stockage H2, certains **véhicules spéciaux,** tels que des **engins miniers,** fonctionnent à l'H2 grâce à 2 réservoirs LOHC** et un dispositif de **relargage embarqué.**

** Liquid Organic Hydrogen Carrier – Dibenzyltoluène = C21H20 dans sa forme non hydrogénée – C21H38 forme hydrogénée.*
*** Un réservoir plein au départ de LOHC hydrogéné + un réservoir vide au départ, rempli au fur et à mesure de LOHC déshydrogéné.*

LE MAROC
UN NOUVEAU GÉANT DE L'ÉNERGIE [6]

2050 Le Maroc, acteur clé de l'hydrogène

Nous sommes **en 2050**, et le **Maroc** est devenu un exportateur majeur d'hydrogène, notamment vers l'Europe.

Cette transformation radicale, opérée sur une génération, a reposé sur la conjonction de plusieurs facteurs favorables :

- D'exceptionnelles **ressources** en énergie solaire et éolienne, qui lui permettent de produire plus d'électricité que le pays ne peut en consommer ;
- Une **façade maritime**, lui donnant accès à l'eau consommée par l'électrolyse * ;
- La propriété du tronçon marocain du **gazoduc** Maghreb-Europe, qui rend possible l'injection d'hydrogène gazeux en direction de l'Europe ;

Centrale solaire à concentration | 10 000 héliostats - 110 MW
Photo : centrale de Cerro Dominador, à Antofagasta (Chili),
source AFP in *GEO mars 2019*

- Des **infrastructures portuaires** de qualité, autorisant l'exportation d'hydrogène par bateau ;
- Des besoins internes en **ammoniac** (engrais) et en **soudage/coupage** (construction mécanique) lui ayant permis de valoriser rapidement les premiers volumes d'hydrogène et d'oxygène générés ;
- Une **volonté politique** affirmée dès 2016, avec le lancement du plan Power-to-X ;
- Des **partenariats** de développement et d'industrialisation, noués très tôt, notamment avec les communautés scientifiques et technologiques allemande et française actives sur l'hydrogène ;
- Un **accès aux capitaux** relativement aisé du fait de la stabilité politique du pays.

2019

Codétenue à parts égales par EDF Energies Nouvelles et Marubeni, la centrale solaire photovoltaïque de **Boléro**, au Chili, dotée d'une puissance installée de 146 MWc, est composée de **475 000 modules** équipés de trackers pour suivre la course du soleil.
Située dans le désert d'Atacama, elle bénéficie du plus haut niveau de radiation solaire au monde.
Inaugurée en Décembre 2016, elle génère 400 GWh d'énergie électrique par an, ce qui, si elle alimentait un électrolyseur, permettrait de produire plusieurs **milliers de tonnes d'hydrogène par an**.
Plusieurs autres **projets**, photovoltaïques, éoliens ou solaires à concentration, plus gros que Bolero, sont en cours de réalisation au Chili.

Sources: Alcimed, EDF EN, Connaissance des énergies – Dec. 16

2050 *Le Chili, nouveau venu des Amériques*

Comme le Maroc, et pour les mêmes raisons, le **Chili** est devenu, en 2050, un acteur clef de l'économie de l'hydrogène, d'autant que le Chili a d'importants besoins en **oxygène** pour son industrie métallurgique et sa pisciculture, et qu'il est situé dans **l'hémisphère Sud**, ce qui maximise sa production solaire lorsque celle des Etats-Unis est minimale.

**Nous supposons ici que la production d'H2 par électrolyse d'eau de mer est industrialisée, dans des conditions de rendement énergétique acceptables.*

L'AVION À HYDROGÈNE: MOINS DE BRUIT, MOINS DE SUIES

05
RUPTURE
#5

2050 Hydrogène, paré au décollage

Nous sommes **en 2050** et, après les mondes du transport terrestre et du transport maritime, c'est celui de **l'aéronautique** qui s'est ouvert à **l'hydrogène,** tournant définitivement le dos à l'accident du Zeppelin Hindenburg en 1937.

Les **applications aéroportuaires** de l'hydrogène sont devenues courantes : une large partie du parc des **véhicules** de services aéroportuaires est alimentée en H2 pour réduire les temps de recharge et améliorer le bilan environnemental des plateformes. Les **gestionnaires d'infrastructures** ont élargi leurs offres à l'exploitation des électrolyseurs, des stockages et des **stations-service H2**. Le **contexte normatif** lié à la mise en œuvre de l'hydrogène liquide ou gazeux est clarifié en Europe, pour les aéroports.

HY PORT

2019

La SAS HyPort est le bras armé du projet éponyme, porté par Engie et la Région Occitanie, et soutenu par 40 partenaires.

Parmi ses buts :

- Développer des offres de **services** d'H2 vert pour les **plateformes aéroportuaires** et leurs environnements.
- Déployer des infrastructures de **production** et de **mise à disposition** d'H2 vert pour tous les équipements de la vie des plates-formes aéroportuaires (avions, engins de piste, navettes).
- Déployer des services de **location de véhicules** H2 (bus, véhicules utilitaires ou véhicules de tourisme) sur et autour des zones aéroportuaires.

Les plateformes aéroportuaires de **Toulouse** et de **Tarbes** sont les deux premières à bénéficier des offres d'HyPort.

Photo : HES Energy Systems – "H2 power for aerial autonomy"
Photo : vue d'artiste du projet CHEETA piloté par la NASA – Illinois Uni.

2050 Les petits aéronefs

La **mobilité aérienne à H2** est devenue une pratique courante avec des petits aéronefs : **drones** à autonomie augmentée pour le transport logistique et **avions-taxis** pour des liaisons entre aéroports et quartiers d'affaires, parcs d'exposition ou *resorts* excentrés. **Principaux atouts de l'hydrogène** : un rapport poids / énergie embarquée plus favorable qu'avec des batteries et un temps de recharge beaucoup plus court, autorisant des rotations rapides.

2050 L'H2 à bord des avions de ligne

En 2050, les avions de ligne ont tous des réservoirs H2 pour tout ou partie de leurs **besoins non propulsifs** : navigation, roulage, actionneurs, alimentation d'urgence, divertissement à bord…

2050 La nouvelle génération

Lancée commercialement dès 2040, la **propulsion électrique distribuée** d'avions de plus de 100 places franchit une étape décisive avec l'alimentation par **H2 liquide** et piles à combustible des moteurs électriques. La silhouette des avions évolue, les nuisances sonores baissent considérablement … et ils n'émettent plus que de la vapeur d'eau. La fin du « flygskam » ?

"IL FAUT QUE TOUT CHANGE, POUR QUE RIEN NE CHANGE"

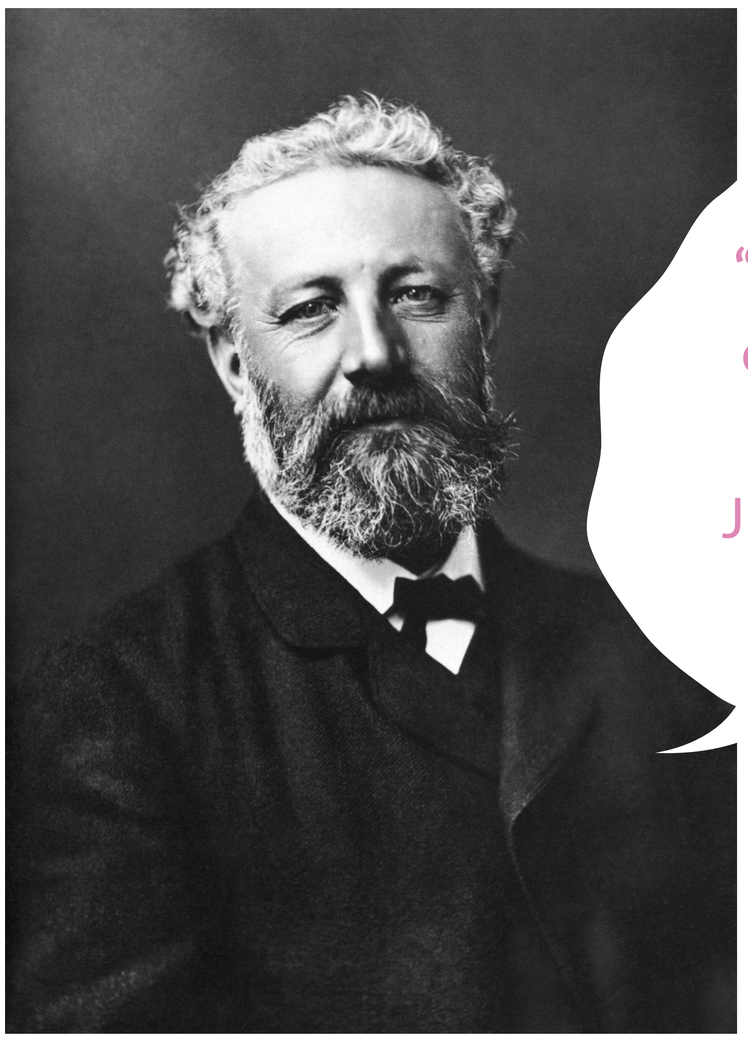
2050 Et tout devient réel

Nous sommes en 2050, et, finalement, **rien n'a changé** pour le consommateur final d'énergie.

Nous faisons toujours le **plein de nos véhicules** dans une **station-service** et nous avons toujours des **chaudières** et des cuisinières à **gaz**.

Quant aux industriels, ils restent raccordés à des **gazoducs**, et leurs fours, leurs réacteurs, leurs chaudières à vapeur ou de chauffage de leurs locaux restent majoritairement alimentés à partir de ce mode de fourniture.

C'est bien cette **continuité** dans les *business-models* qui a permis à l'H2 de **s'imposer**, en douceur, dans nos économies, car, si, en apparence, rien n'a changé, en réalité, on fait désormais le plein **d'hydrogène**, et les réseaux distribuent du gaz naturel enrichi à **l'hydrogène**.



"L'eau est le charbon de l'avenir"
Jules Verne - 1874

2019 Hydrogen Council

Lancé au forum économique de Davos en 2017, avec **13** membres, **l'Hydrogen Council** réunit aujourd'hui **60** entreprises de **l'énergie, des transports et de l'industrie** partageant la même **ambition** de long terme, et la même **vision** de **l'hydrogène** comme accélérateur de la **transition énergétique.**

2050 Un foisonnement technologique

Mais quels bouleversements technologiques en 30 ans !

Des milliers de **stations-service** qui distribuent, en toute sécurité, un gaz à 700 bar ou un liquide à -253°C !

Des millions de **réservoirs** très haute pression, de taille et de géométries diverses, en matériaux allégés !

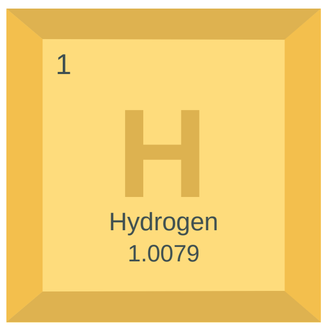
Des **piles à combustible** de toutes puissances, économes en platine, intégrées dans la **chaine de traction** des voitures, des trains, des bateaux !

Des **capteurs** et des **matériaux** nouveaux, adaptés aux spécificités de l'hydrogène pour garantir sécurité d'usage et services à l'utilisateur !

Des **électrolyseurs** et des bioréacteurs de **méthanation** à exploiter, des **réseaux** de **transport électrique** à reconfigurer, mais aussi des hydrogénoducs et des oxygénoducs nouveaux, des **terminaux portuaires** adaptés au transport d'hydrogène par liquide organique….

*« Le Guépard », film de Visconti, d'après le roman de Lampeduse

QUELQUES QUESTIONS EN GUISE DE CONCLUSION



D'ici 2050...

Qui sont les **acteurs** qui vont créer et développer ces offres nouvelles, en assumant les risques techniques et financiers associés ?
Qui sont les gagnants de demain ?

Les **stations-service** de 2050 seront-elles exploitées par les acteurs d'aujourd'hui ou par de nouveaux entrants ?
Où, et par qui, naitront les *méga-factories* de production de **piles à combustible** ? Et si les réservoirs sont en **matériaux composites**, qui les produira ? Avec quelles fibres ?
Qui osera faire voler le premier **avion commercial** à propulsion hydrogène ?

Quelle sera la position des **décideurs publics,** en France et en Europe ? Saurons-nous unir nos efforts pour **protéger** nos technologies, **créer** le cadre réglementaire unifié sans lequel nous n'atteindrons jamais la taille critique, **favoriser** la réplication rapide des innovations de nos territoires ?

Et, surtout, qui produira et distribuera **l'hydrogène** ?

- Les **sociétés pétrolières** inexorablement attirées par les énergies vertes ?
- Les **sociétés gazières** capitalisant sur leur expérience du GNL et leurs réseaux de transport ?
- Les leaders des **métiers de l'eau** et **des services énergétiques,** forts de leur expertise dans l'ingénierie et l'exploitation d'installations de dessalement et de parcs de production d'énergies renouvelables ?
- Les **majors des gaz industriels**, initiateurs et ardents promoteurs de la filière ?

Les stratégies vont s'affiner, les cartes vont être redistribuées !

Du grand groupe à la PME spécialisée, ce seront plusieurs **dizaines de milliards d'euros** qui seront très bientôt engagés, chaque année en Europe, dans le développement de la filière hydrogène, afin qu'elle prenne sa place à côté de celles des batteries et des biocarburants.

Et c'est pourquoi nous réussirons à préserver à la fois notre mode de vie et notre planète.

A propos des co-auteurs et d'Alcimed

Pierre Gadrat, Associé et Directeur de la Division Industrie d'Alcimed

Pierre Gadrat est en charge du développement commercial des activités industrielles du bureau de Paris d'Alcimed dans les secteurs de l'énergie, de l'environnement, du transport, des matériaux et de la chimie. Passionné de sciences, il intervient sur des sujets d'innovation à l'interface de différents savoirs et compétences technologiques.

Contactez -nous

Didier Kayser, Senior Advisor

Didier Kayser intervient depuis 2007 comme Senior Advisor auprès d'Alcimed, après 25 ans consacrés au développement d'offres innovantes dans le monde des gaz industriels.
A ce titre, il a dirigé avec Alcimed plus de 150 projets de croissance et de réflexion stratégique pour des grands groupes industriels de l'énergie, de l'environnement et des matériaux, ainsi que pour des acteurs publics sur le territoire national.

Alcimed

Créée en 1993, ALCIMED est une société de conseil en innovation et développement de nouveaux marchés, spécialisée dans les sciences de la vie (santé, biotech, agroalimentaire), la chimie, les matériaux et l'énergie ainsi que dans l'aéronautique, le spatial, la défense et les Politiques Publiques. Elle intervient auprès des grands groupes industriels, d'ETI et de PME, de fonds d'investissement et d'acteurs institutionnels. Grâce à ses 200 collaborateurs de haut niveau, ALCIMED accompagne ses clients dans l'exploration et le développement de leurs terres inconnues : nouvelles technologies, nouvelles offres, nouvelles géographies, futurs possibles, nouvelles manières d'innover. La société dont le siège est à Paris, est présente à Lyon et à Toulouse, ainsi qu'en Allemagne, en Belgique, en Suisse, aux Etats-Unis et à Singapour.
Alcimed est membre de CroissancePlus et de l'ACI (Association des Conseils en Innovation).

Références

[1] Adapté d’une citation de Cheikh Yamani, Ministre Saoudien du Pétrole, 2005

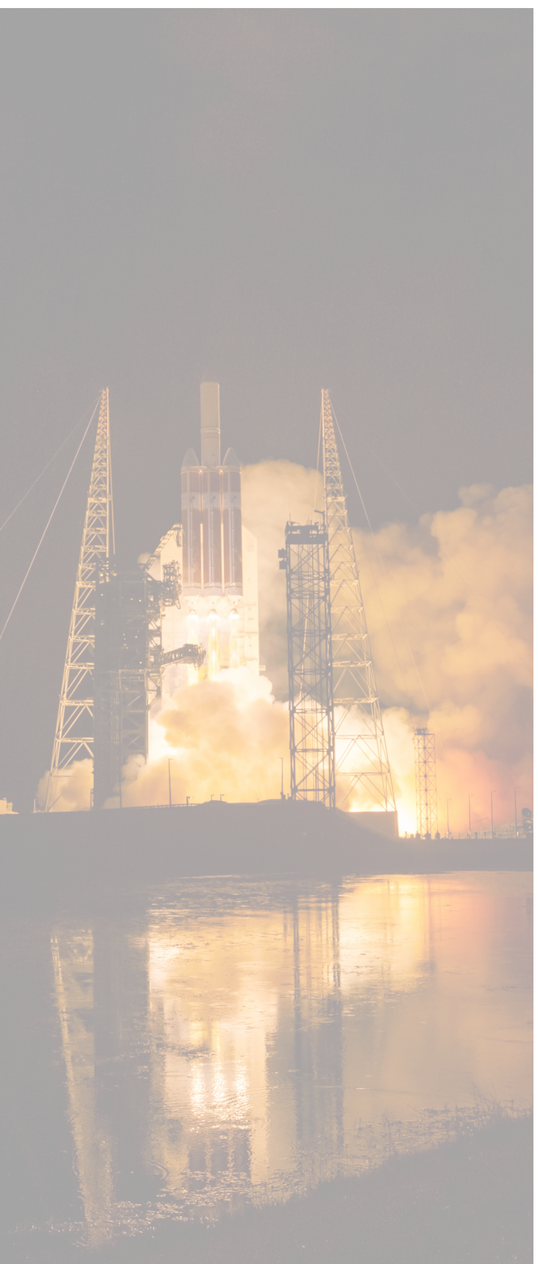
[2] Hydrogen Council

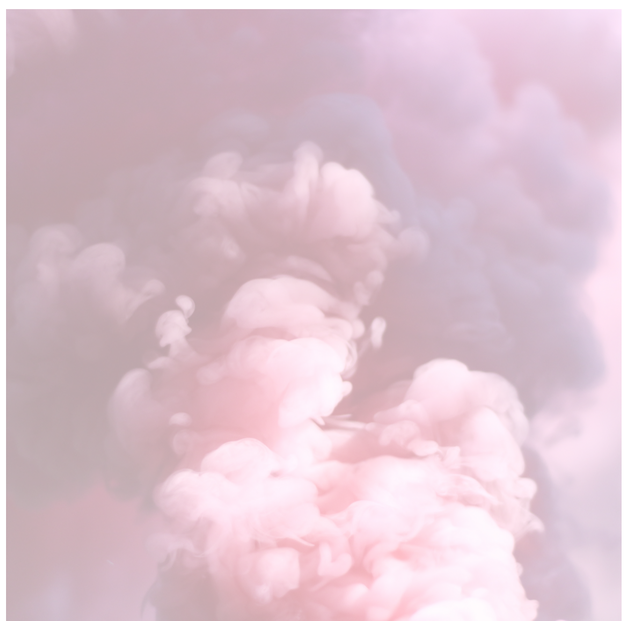
[3] NOW GmbH Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie– Allemagne - 2019

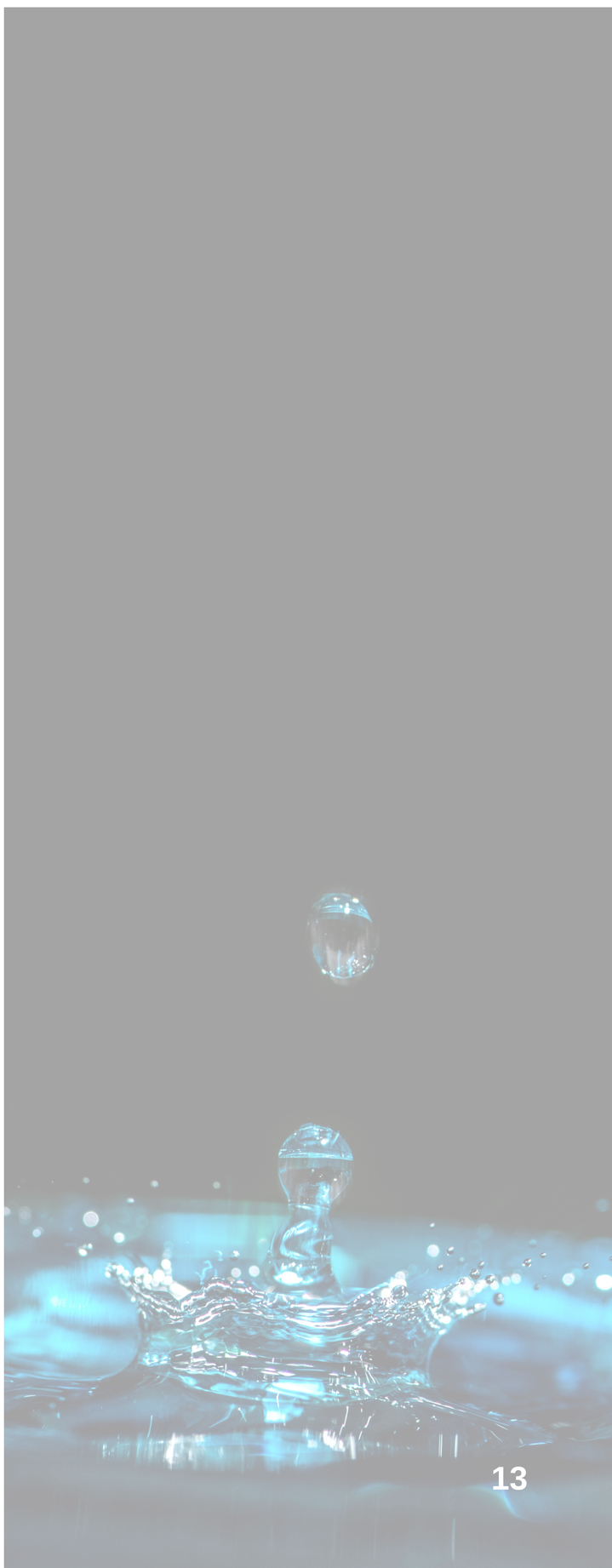
[4] Inspiré du projet d’*Underground Controlled Methanogenesis* – BRGM-Hychico (Argentine)

[5] Projet Hycabiome – ADEME, SOLAGRO, INSA Toulouse, Université de Toulouse, Enosis, Hespul

[6] Inspiré par Th. Lepercq – Hydrogène, le nouveau pétrole. Ed. Cherche-Midi, 2019







Alcimed

EXPLORE AND DEVELOP UNCHARTED TERRITORIES

Vous avez un projet d'exploration?

Nos explorateurs sont prêts à en discuter avec vous!

Cliquez ici ou écrivez-nous à www.alcimed.com/fr/formulaire-de-contact/