

FILIÈRE H2 RENOUVELABLE ET STOCKAGE D'ÉNERGIE

Colloque « Hydroélectricité et stockage d'énergie »

Alexis GERTZ - 4 novembre 2016

L'énergie au cœur des territoires



1 INTÉRÊT DE CNR POUR L'H2 RENOUVELABLE

2 LES FILIÈRES DE VALORISATION DE L'H2 RENOUVELABLE

3 H2 RENOUVELABLE : UN MODÈLE ÉCONOMIQUE EN CONSTRUCTION



1. INTÉRÊT DE CNR POUR L'H2 RENOUVELABLE

4 novembre 2016



11. CNR : 1^{ER} PRODUCTEUR FRANÇAIS D'ÉLECTRICITÉ 100 % RENOUELABLE

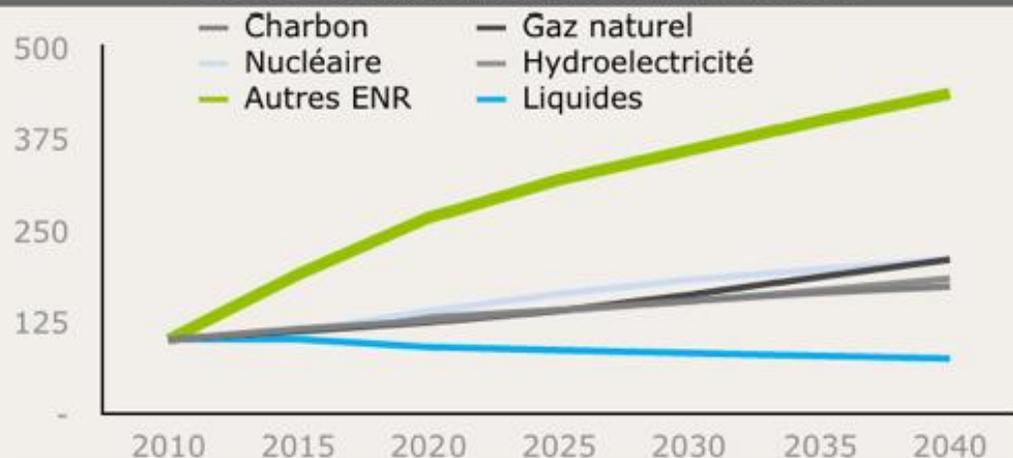
- 2^{ème} producteur français d'électricité
- Entité du groupe ENGIE
- Puissance installée – T4 2016 : 3 468 MW
- Production hydroélectrique : 15 TWh / an



1.2. VALORISER LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EXCÉDENTAIRES

Croissance de la production électrique mondiale

Source : U.S. Energy Information Administration 2013



The Economist

How to lose half a trillion euros

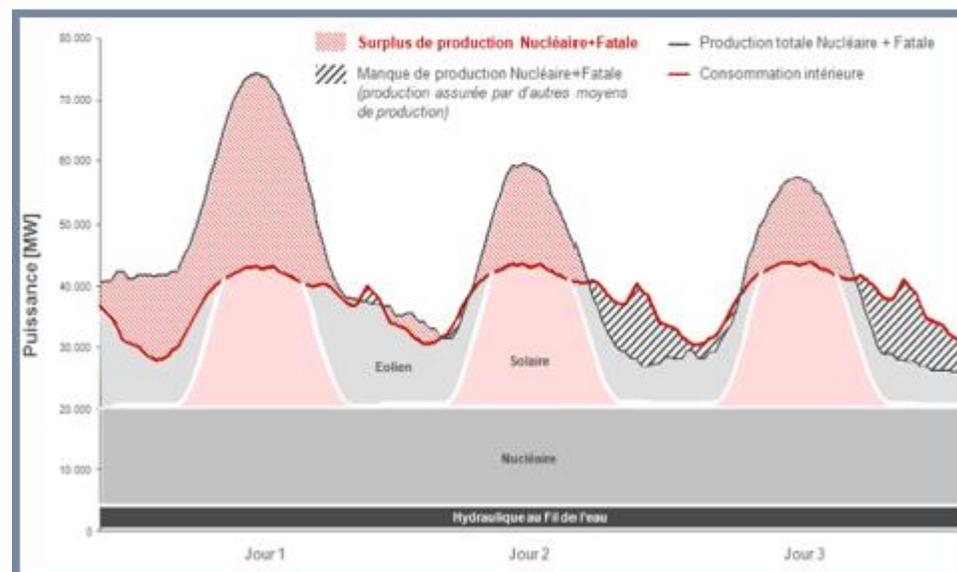
Europe's electricity providers face an existential threat

Oct 12th 2013 | From the print edition

ON JUNE 16th something very peculiar happened in Germany's electricity market. The wholesale price of electricity fell to minus €100 per megawatt hour (MWh). That is, generating companies were having to pay the managers of the grid to take their electricity. It was a bright, breezy Sunday. Demand was low. Between 2pm and 3pm, solar and wind generators produced 28.9 gigawatts (GW) of power, more than half the total. The grid at that time could not cope with more than 45GW without becoming unstable. At the peak, total generation was over 51GW; so prices went negative to encourage cutbacks and protect the grid from overloading.

Limites des technologies actuelles

- > Production irrégulière
- > Saturation des réseaux
- > Non prédictibles



La progression des ENR dans le mix énergétique nécessite de valoriser ces surplus et dépend donc du lissage et du stockage de la production

1.3. L'HYDROGÈNE EN QUELQUES CHIFFRES



- Utilisé massivement comme matière 1^{ère} pour l'industrie
- > Produit / transporté / utilisé depuis plus d'un siècle
 - > 60 M tonnes par an, soit ≈ 29 Md€*



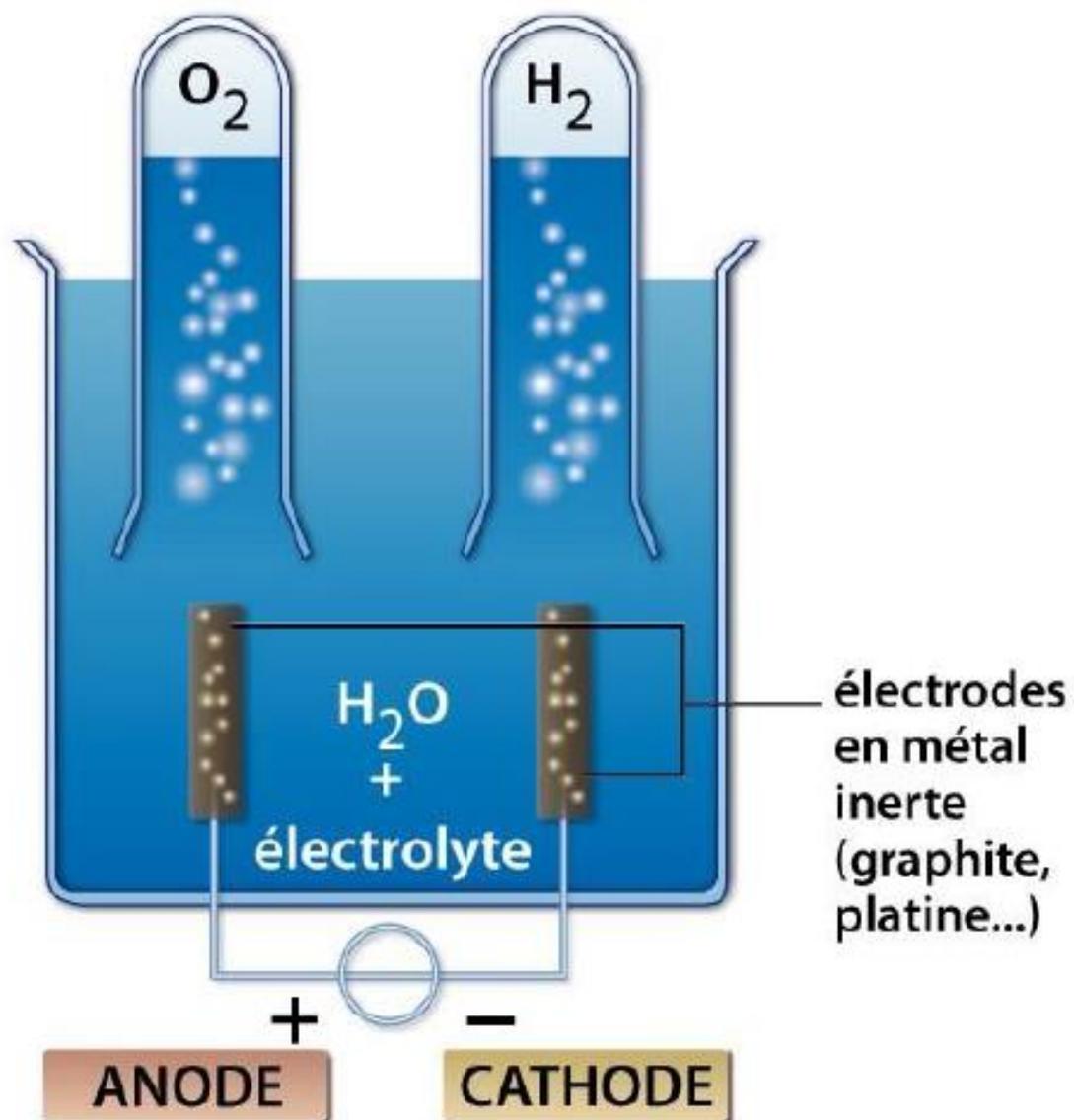
- Une ressource illimitée : l'élément le plus abondant sur terre
- > Dans les hydrocarbures, notamment dans le méthane (CH_4) :
95 % de la production
 - > Et surtout dans l'eau (H_2O)



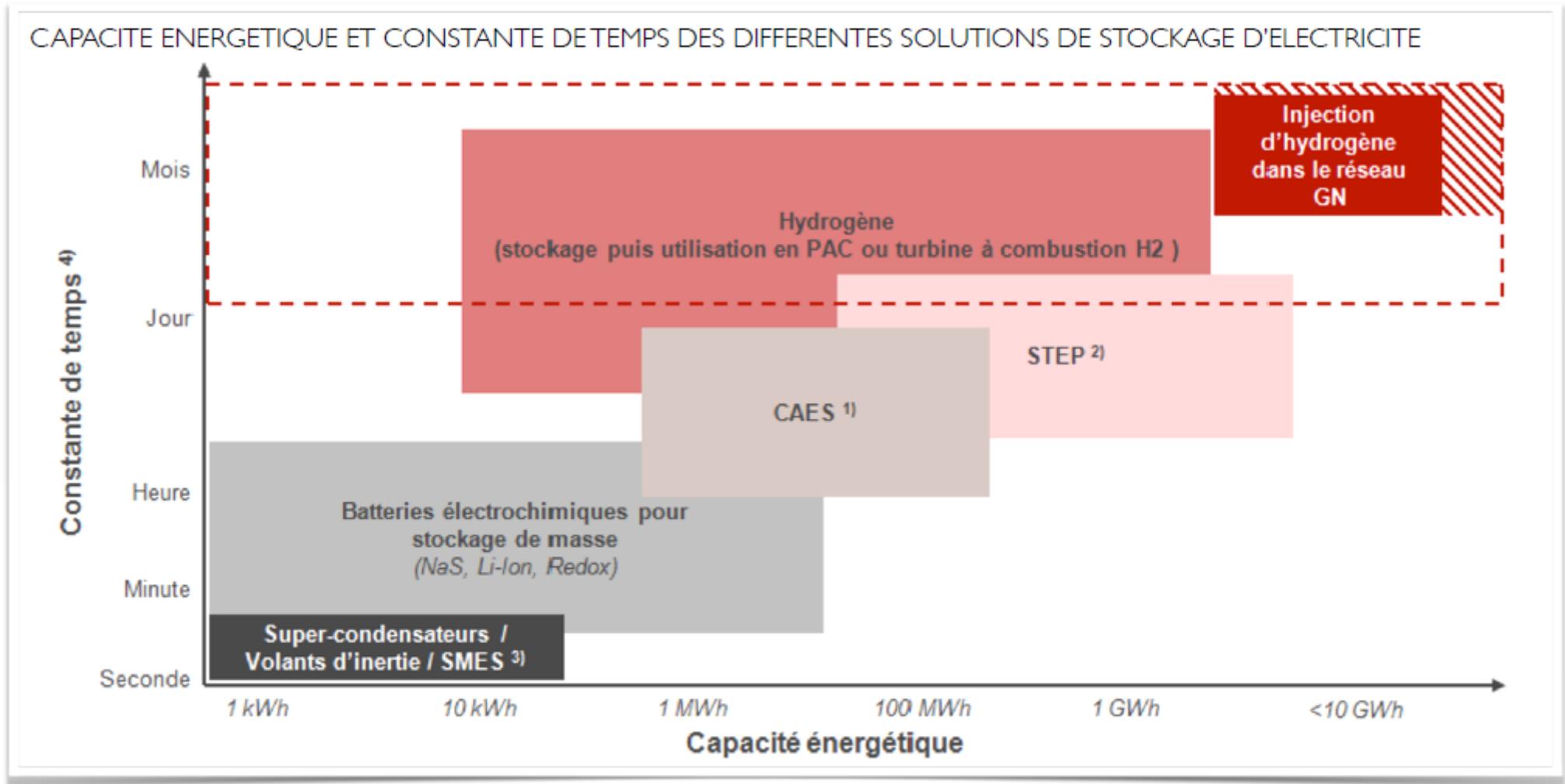
- Une forte capacité énergétique
- > Utilisé comme combustible pour les moteurs spatiaux
 - > $1\text{kg H}_2 = 33,3$ kWh (3 fois plus que les combustibles conventionnels)
 - > $1\text{kg H}_2 = 100$ km de conduite automobile



1.4. LA PRODUCTION D'H₂ PAR ÉLECTROLYSE DE L'EAU



1.5. L'HYDROGÈNE : TECHNOLOGIE ADAPTÉE POUR LE STOCKAGE MASSIF DE LONGUE DURÉE



1) « Compressed Air Energy Storage » : Stockage d'Énergie par Air Comprimé

Station de transfert d'énergie par pompage - De l'eau est pompée dans un réservoir haut, puis turbinée pour régénérer l'électricité, sur le même principe qu'un barrage hydroélectrique

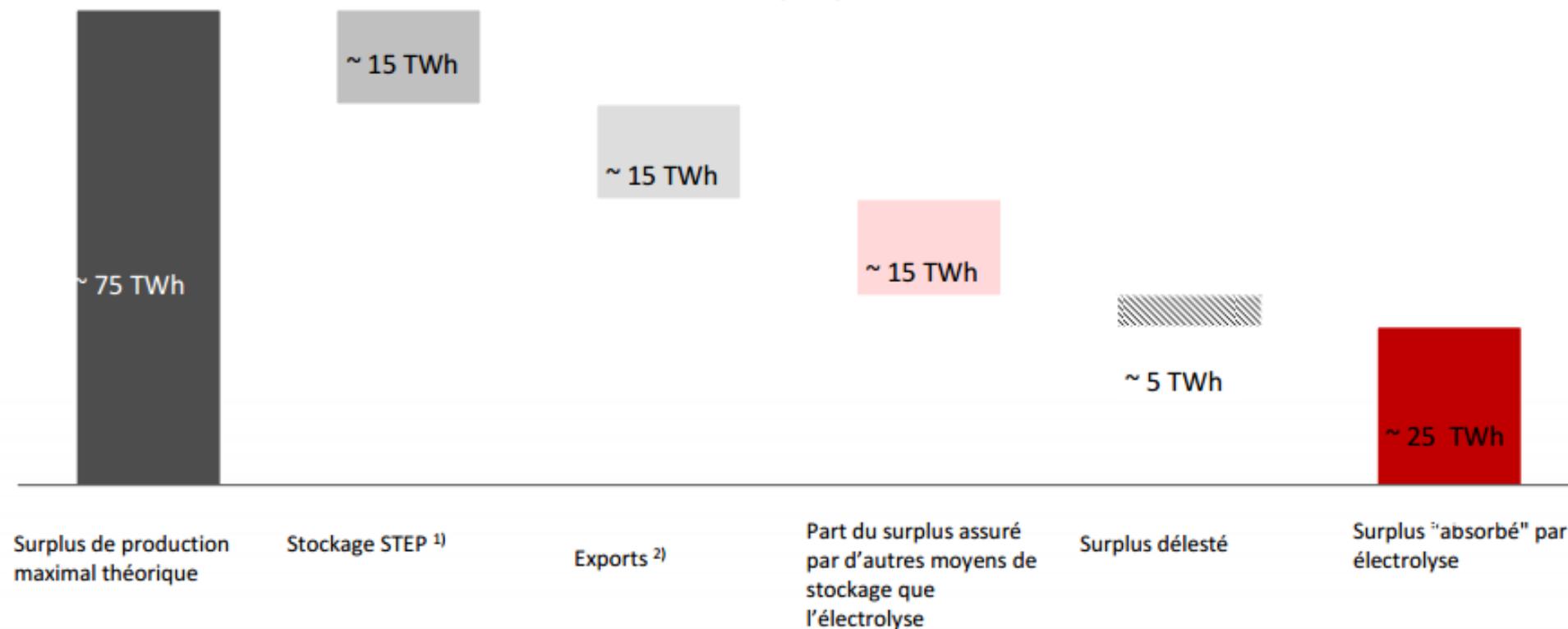
2) « Superconduction magnetic energy storage » = Stockage d'énergie par supraconducteurs - A très basse température, les matériaux supraconducteurs permettent de stocker de l'électricité dans des boucles, le courant pouvant y tourner indéfiniment puisque soumis à aucune perte.

3) La constante de temps d'un stockage est égale au ratio « Capacité énergétique / Puissance maximale » du stockage. Elle caractérise le temps mis par un stockage pour se vider (ou se charger) entièrement lors d'un fonctionnement à puissance maximale. Son unité est une unité de temps (le plus souvent, l'heure)

4) En particulier avec injection réseau

1.6. A HORIZON 2050 : 25 TWH POURRAIENT ÊTRE VALORISÉS PAR ÉLECTROLYSE

ESTIMATION DU VOLUME DE SURPLUS « ABSORBE » PAR ELECTROLYSE DE L'EAU [TWH]



- 1) Hypothèses : 8,5 GW de capacité STEP (fondé sur le potentiel techniquement accessible en France, d'après le ministère de l'énergie)
- 2) Les modélisations conjointes des systèmes électriques français et allemand montrent que la possibilité d'export serait possible seulement 20% du temps. Ce résultat a été obtenu en modélisant l'équilibre offre/demande sur les systèmes électriques allemand (sur la base du scénario 2050 100% ENR de l'agence fédérale allemande) et français et en analysant les périodes durant lesquelles les surplus de production sont synchrones

1.7. CNR : INTÉRÊT POUR LA FILIÈRE H2 RENOUVELABLE

Point de vue énergéticien : Meilleure valorisation des ENR

- Nouveau moyen de stockage de l'électricité à grande échelle, sur des durées longues et avec un coût marginal de stockage faible
- Arbitrage entre vente d'électricité sur le marché et vente d'hydrogène carburant ou vente de gaz d'origine renouvelable



Soutien et moteur à l'investissement dans de nouveaux parcs de production EnR

Point de vue aménageur : Accompagnement du développement de la mobilité hydrogène

- Automobile : Arrivée de véhicules hydrogène
- Navigation fluviale : technologies H2 amenées à se développer dans les années à venir.



Décarbonation des moyens de transport dans la vallée rhodanienne



2. LES FILIÈRES DE VALORISATION DE L'H2 RENOUVELABLE

4 novembre 2016



2.1. MOBILITÉ H2 : LE PROJET HYWAY



2.1. MOBILITÉ H2 : LE PROJET HYWAY

- Véhicule transformé à partir de l'utilitaire Kangoo ZE électrique
- Intégration d'un « kit hydrogène » basé sur une technologie de **pile à combustible à hydrogène issue du CEA**
- Destiné à la **livraison urbaine**



- Autonomie **doublée** par rapport au véhicule Kangoo ZE original : jusqu'à **300 km** en cycle urbain
- Disponibilité **triplée** : rechargement du réservoir de 1,7 kg d'hydrogène en **3 min**
- **Continuité** de l'autonomie Hiver/Été : utilisation du chauffage sans impact sur la batterie

2.1. MOBILITÉ H2 : LE PROJET HYWAY

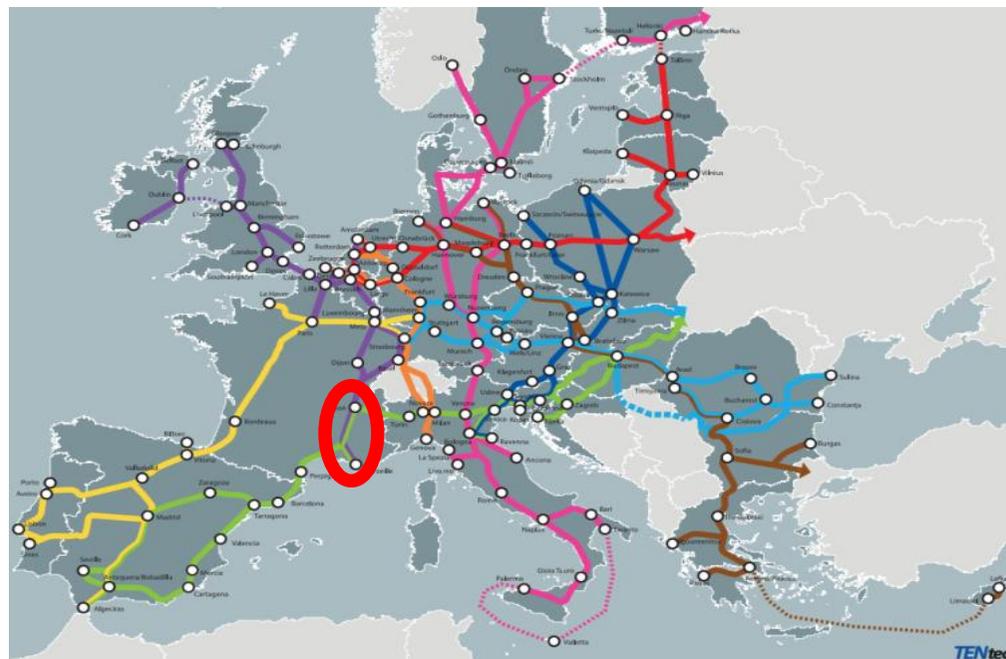


Station du Port de Lyon

2.2. MOBILITÉ H2 : LE FUTUR CORRIDOR « RHÔNE »



- Des projets à l'étude sur Valence, Montélimar...
- Des mise en service étalées entre 2015 et 2018
- Des synergies à développer : PACA, Languedoc-Roussillon...



2.3. MOBILITÉ H2 : DÉCHÈTERIE FLUVIALE



- Un pousseur et une barge spécialement adaptée viennent s'amarrer pour la journée sur un quai (Rhône et Saône).
- Un dispositif éphémère est installé pour l'accueil du public et les instructions de transfert des déchets sur la barge.
- En fin de journée, la déchèterie fluviale rejoint le Port de Lyon pour le déchargement. Les déchets collectés suivent les filières de traitement habituelles.
- La **phase 2** (2018) du projet a pour objectif le remplacement du moteur thermique du pousseur par un moteur électrique alimenté en **énergie verte** par un couple batteries / pile à combustible H2.



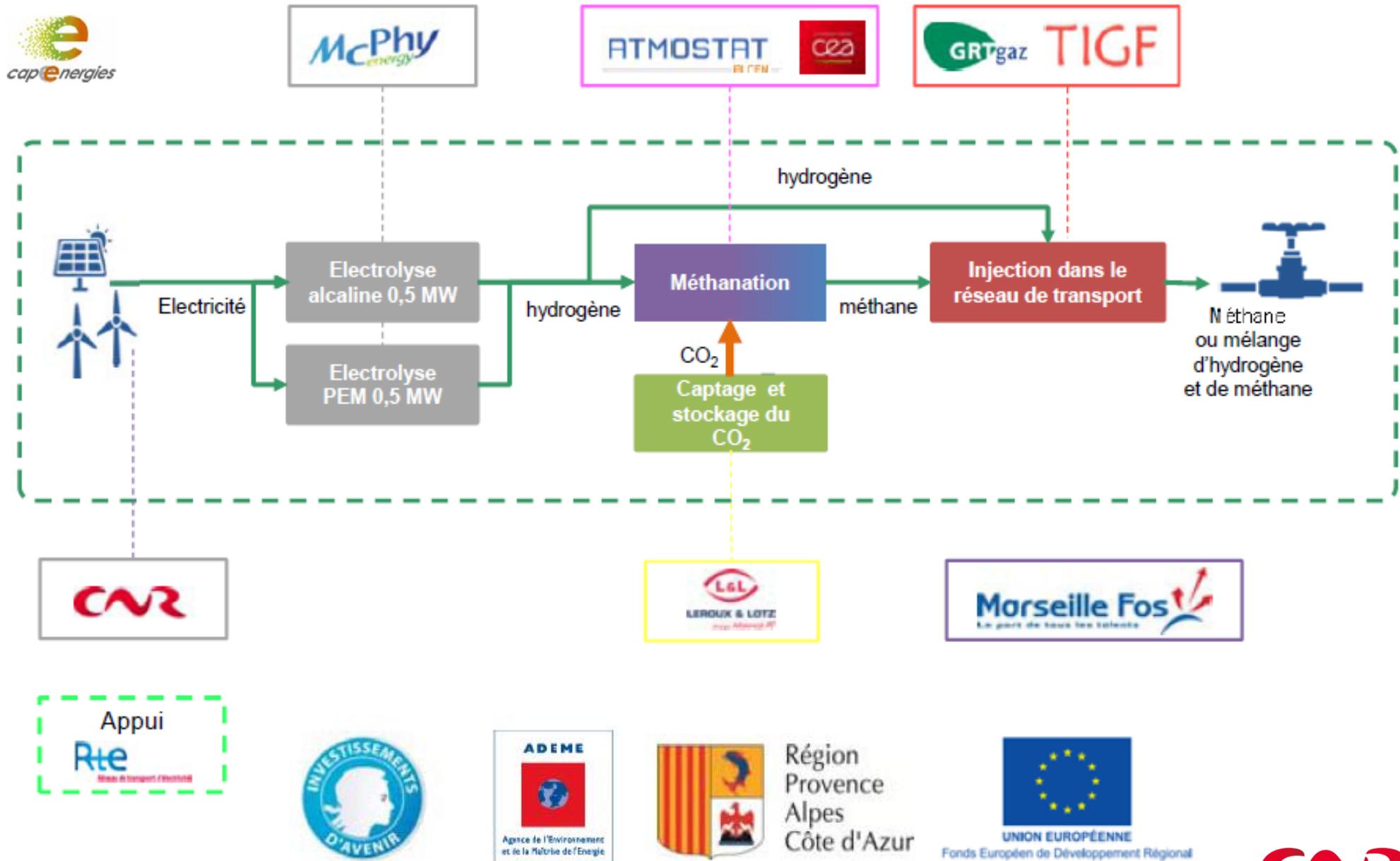
4 novembre 2016



GRAND LYON
la métropole



2.4. POWER-TO-GAS : JUPITER 1000



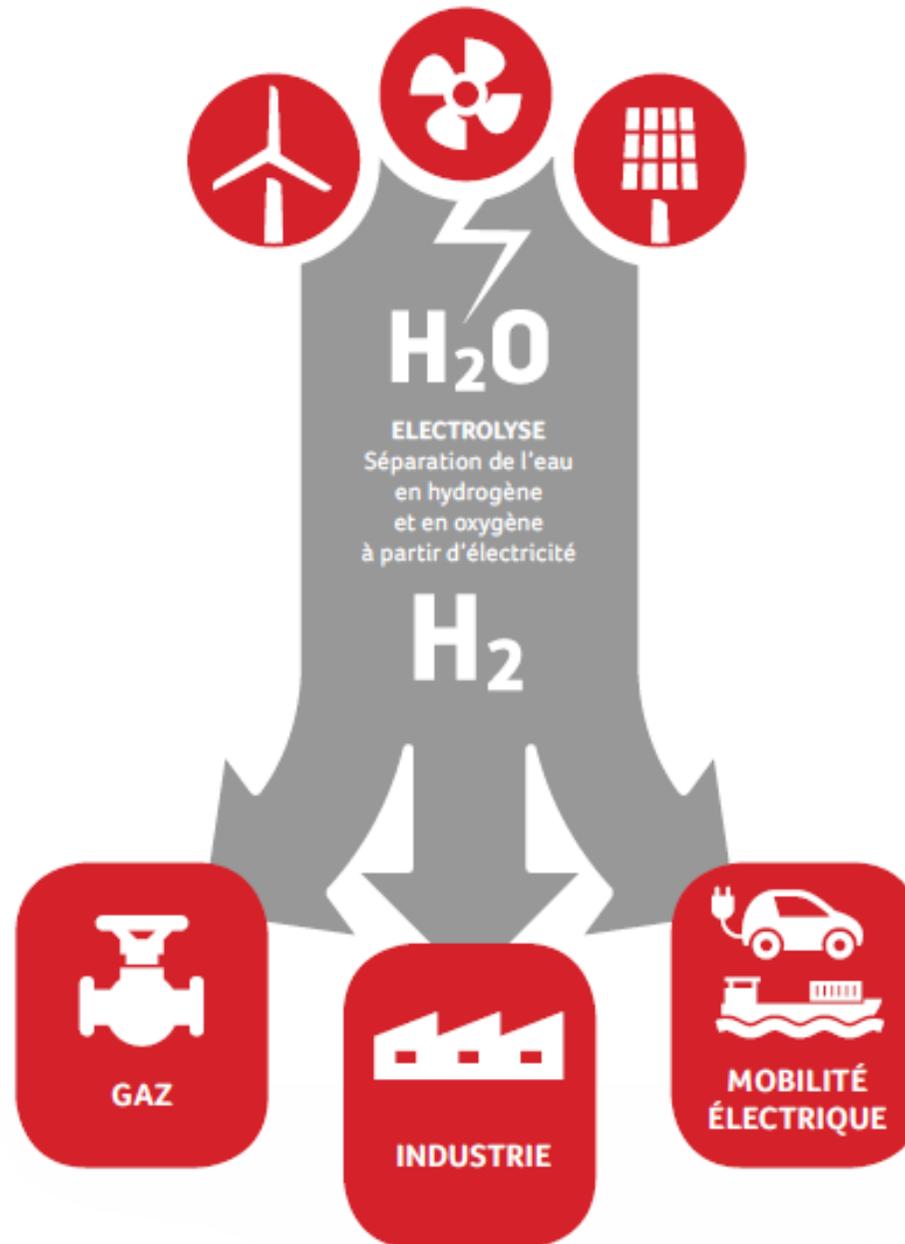


3. H2 RENOUVELABLE : UN MODÈLE ÉCONOMIQUE EN CONSTRUCTION

4 novembre 2016



3. UN VECTEUR AU SERVICE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE : DES SYNERGIES À DÉVELOPPER



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Alexis GERTZ : a.gertz@cnr.tm.fr

04.26.23.19.90

