



*Safe, clean and efficient
energy storage*

Massive hydrogen storage systems

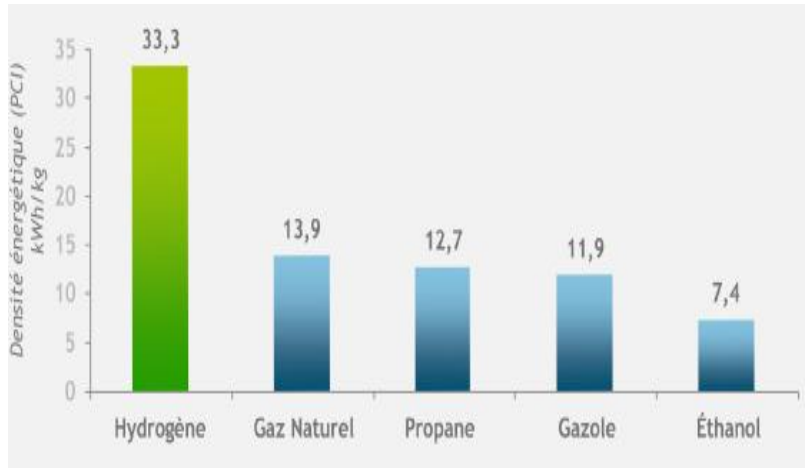
l'hydrogène pour le stockage et la valorisation des ENR

AFHYPAC POLLUTEC
P Mauberger 29 Novembre 2011



www.mcphy.com

L'hydrogène un fuel parfait... ...difficile à stocker



Volume density (kgH₂/m³)

Liquid H₂ 70

H₂ gas (700 bar) 42

MgH₂ 106

- H₂ offre un **excellent rapport énergétique par kg : 33kWh/kg**
- Sa faible masse volumique requiert du stockage **haute pression (700b)** (ou **liquide, -253° C**) → **risques et pertes énergétiques** associées.
- Les **hydrures métalliques** fournissent une plus grande densité volumique que l' H₂ comprimé ou liquide
- **McPhy a choisi l'hydrure de Magnésium (MgH₂)** pour le stockage massif (abondant, économique et facile à utiliser)

Une rupture dans la chaîne de valeur de l'H₂



Production

- Reformage du gaz naturel et autre procédés
 - 95% de la production Mondiale
 - > 10 t CO₂ / t H₂

- Electrolyse
 - 5% aujourd'hui
 - > 70% rendement
 - CO₂ = électricité utilisée



Stockage

- **Sous-pression:**
Cylindres/Remorques
 - Forte empreinte CO₂
 - Logistique lourde
 - Gaspillage d'énergie
- **Cryogénique**
 - Moins efficace et encore plus difficile à stocker que sous-pression
 - Marché de niche
- **Pipe line**
 - Infrastructure lourde et coûteuse
 - Réseaux limités

• **Forme solide**
Nouvelle technologie



Utilisation

Ammoniac
Raffineries
Méthanol

Principaux utilisateurs
> 90 % du marché

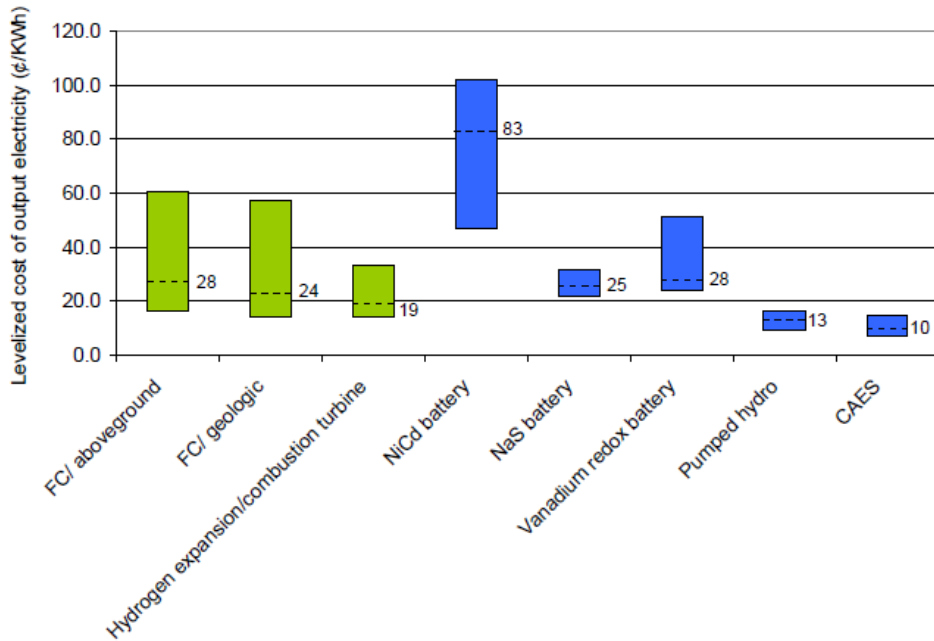
Hydrogène Marchand

Hydrogène Energie

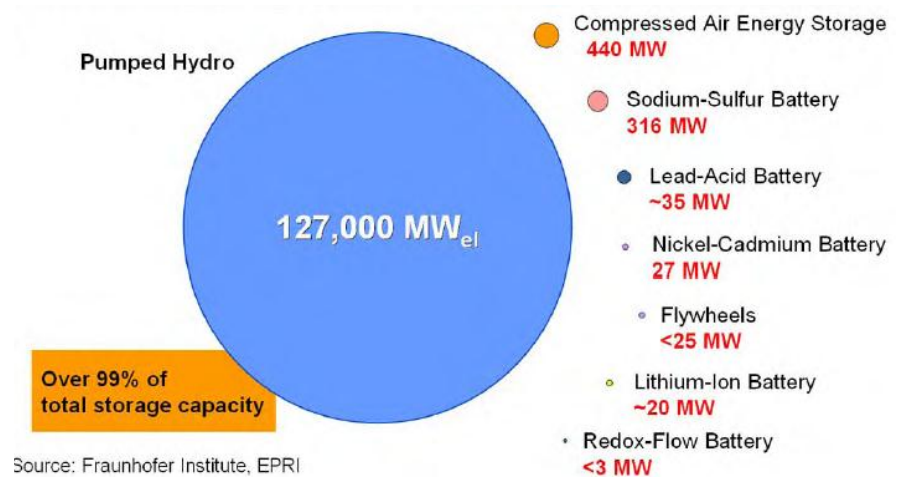
Marché émergeant

Le marché du stockage d'énergie

La voie hydrogène est compétitive en particulier par rapport aux batteries
selon l'étude du National Renewable Energy Laboratory (NREL)



...un marché de niche dominé par une technologie



Le **consensus** actuel est que la viabilité économique des stockages purement électriques n'est pas démontrée.

L'hydrogène permet de rendre ce service au réseau électrique tout en trouvant sa rentabilité économique dans la **valorisation d'hydrogène** produit à partir de **sources renouvelables**

La proposition McPhy Energy

concevoir et produire des stockages H₂ sûrs et efficaces pour :



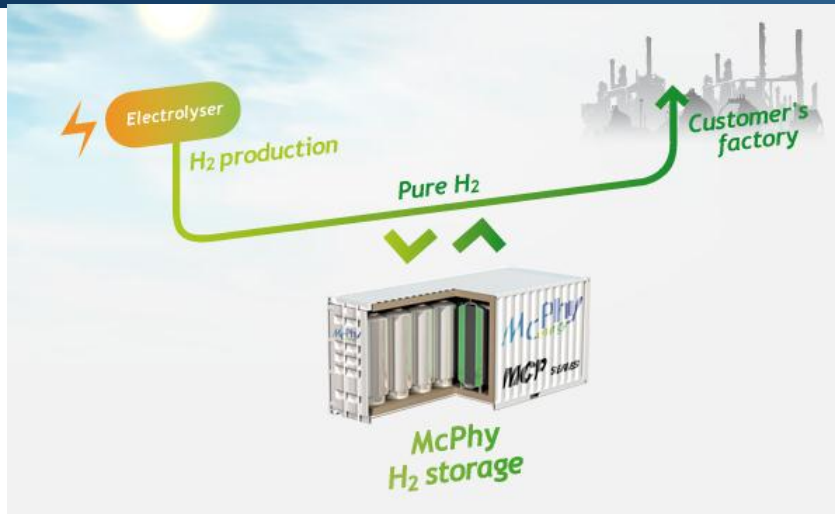
La valorisation des énergies renouvelables,
long terme,
production d'H₂ vert,
Lien entre électricité, H₂ et gaz naturel

Production et stockage on site H₂,
H₂ vert
Améliore la sécurité,
et l'empreinte CO₂



L' Hydrogène on-site

OSSHY: On Site Solid HYdrogen



CAPEX:

	Prix aujourd'hui	Prix visés (<2015)
Electrolyser:	€ 150 000	€ 75 000
Stockage McPhy	€ 210 000	€ 90 000
BOP	€ 100 000	€ 70 000
TOTAL:	€ 460 000	€ 235 000

OPEX (annuel):

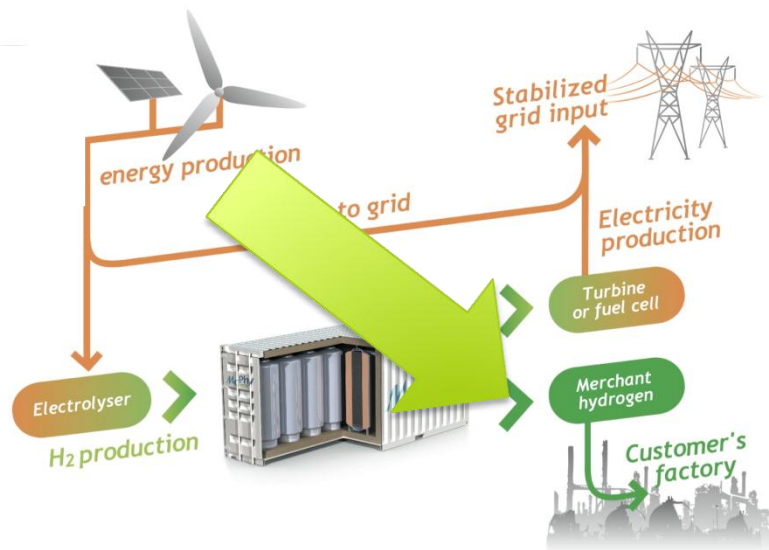
	Prix aujourd'hui	Prix visés (<2015)
Coûts de maintenance	€ 10 200	€ 4 800
Coût électricité (55 €/MWh)	€ 36 300	€ 36 300
TOTAL:	€ 46 500	€ 41 100

Hypothèses : client industriel

- ✓ Electrolyseur : **15m³/h** = 120 000m³/an
- ✓ **Back-up 2 jours**
- ✓ Fluctuations procédé: **20%** H₂ stocké
- ✓ **Stockage McPhy MGH : 60kg**
- ✓ Débits H₂ : débit moyen : 15m³/h – débit maximum : 30m³/h
- ✓ Retour sur investissement (10 ans) : **12%**
- ✓ **Prix H₂ :**
 - Aujourd'hui **1,23 €/m³**
 - Prix ciblé < 2015 **0,77 €/m³**

L' Hydrogène comme valorisation des ENR

LASHY: Local Alternative Solid HYdrogen



Production hydro: **300 kW**

H₂ produit: **45 tonnes / an**

H₂ vendu par le producteur ENR au gazier: **5 €/kg**

H₂ vendu par le gazier au client final: **10 €/kg**

	Producteur ENR	Gazier
TRI 10 ans	14,3 %	14,8 %
Payback	6 ans	6 ans

+ un **service** supplémentaire au réseau de **gestion de la charge** (effacement/consommation) qui peut être rémunéré (comme c'est le cas dans certains pays).

McPhy Energy aujourd'hui



- Créée en janvier 2008,
- **34** emplois permanents
- La première ligne de production d'une capacité initiale de **100 kg/jour** de MgH₂



- 4 systèmes préindustriels (3 x 1kg et 1 x 15 kg H₂) livrés (CNRS et CEA).
- Lancement commercial, aujourd'hui pour les applications stationnaires, avec 4 références (**ENEL** et **E.ON**, énergéticiens européens de premier rang, **IWATANI** leader Japonais de l'H₂ et l'université de **Nottingham**)



- Solide portefeuille de **brevets** (licence **exclusive** de la part du CNRS)
- Support d'investisseurs de premier rang



«Oui, mes amis, je crois que l'eau sera un jour employée comme combustible, que l'hydrogène et l'oxygène, qui la constituent, utilisés isolément ou simultanément, fourniront une source de chaleur et de lumière inépuisables et d'une intensité que la houille ne saurait avoir.»

Jules Verne, L'Île mystérieuse - 1874

Merci de votre attention