

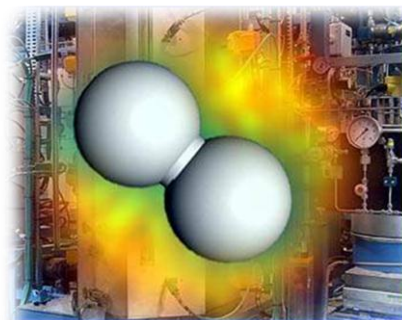
DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

Les vecteurs d'énergie décarbonés

- + Biomasse 2 G
- + Hydrogène
- + Mobilité électrique

JOURNEE DU 12 décembre 2012

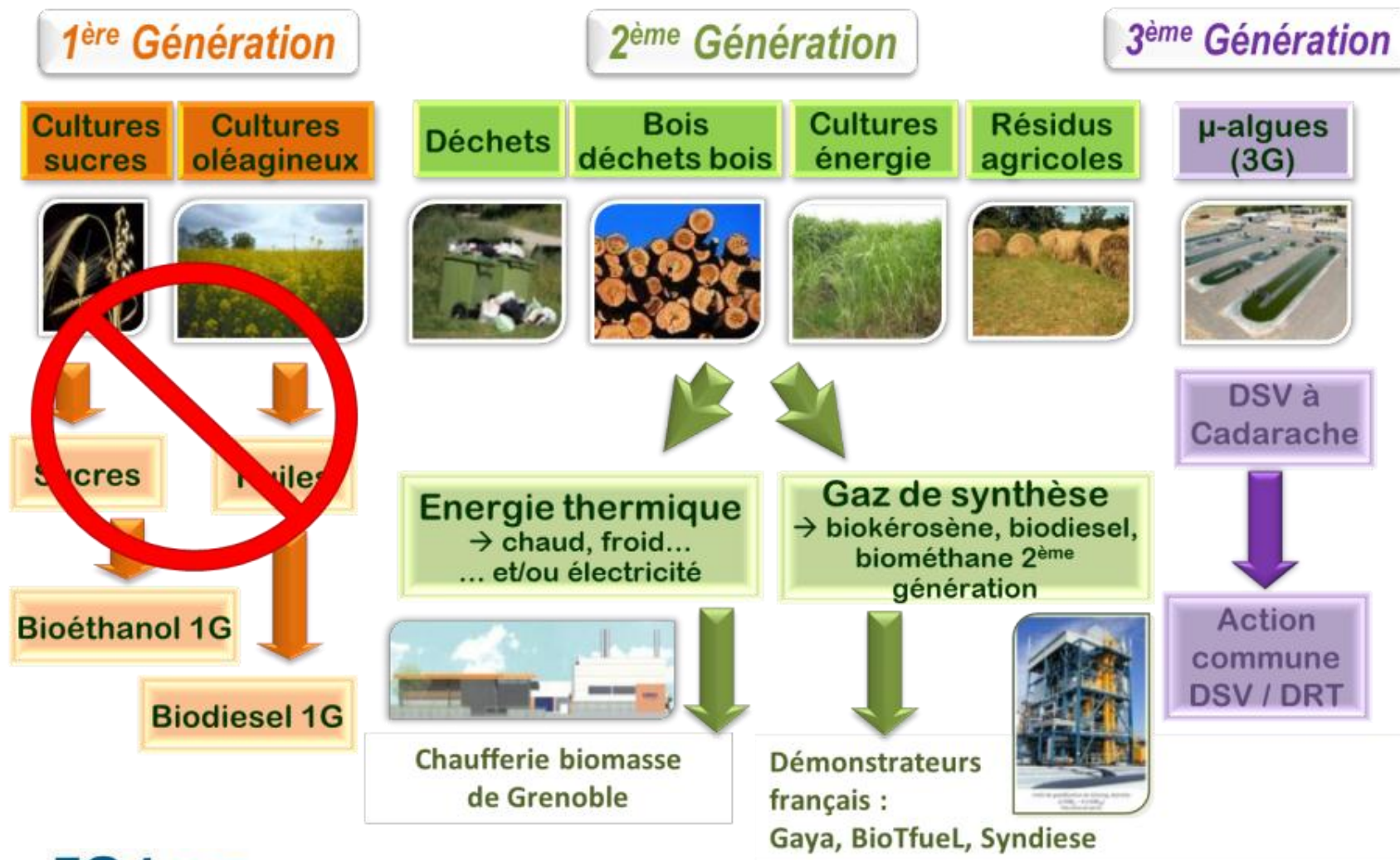


liten

La biomasse 2G



La biomasse au CEA



La biomasse 2G

Biomasse sèche ou lignocellulosique

Bois

(bûches, granulés, plaquettes...)



Sous-produits du bois

(branches, écorces, sciures, palettes...)



Résidus agricoles

(pailles...)



Plantations énergétiques

(miscanthus, peuplier...)



Biomasse humide

Produits de l'agriculture traditionnelle

(betterave, canne à sucre)



Produits de l'agriculture traditionnelle

(céréales, oléagineux)



Sous-produits de l'industrie

(boues issues de la pâte à papier, pulpes de raisin...)



Déchets organiques

(boues d'épuration, ordures ménagères, fumier...)



Biomasse 2G – caractérisation de la ressource

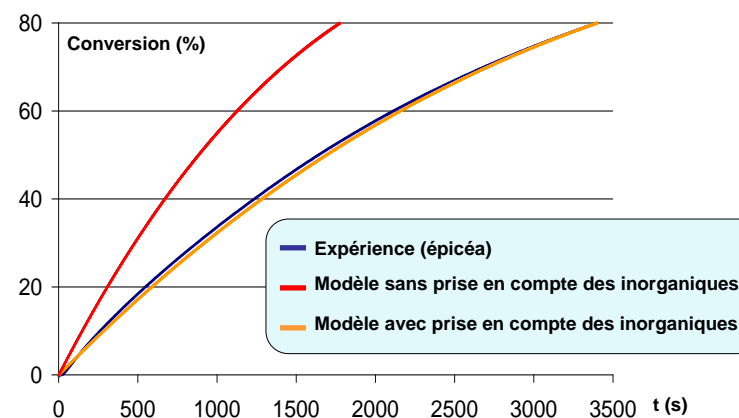
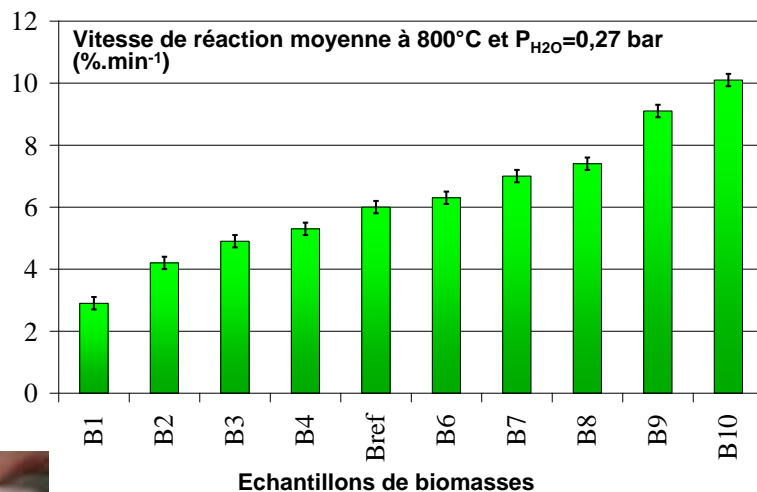
Collecte & caractérisation

Pré-traitement de la ressource

Injection et gazéification

Purification des gaz, ajustement

Synthèse des biocarburants



$$\frac{dX}{dt} = 8,77 \times 10^4 \exp\left(\frac{-167000}{RT}\right) \left(0,1812 \frac{m_K}{m_{Si}} + 0,5877\right) P_{H_2O}^{0,6} (1-X)^{\frac{2}{3}}$$

Savoir-faire de caractérisation de la ressource

Modèle original de la réactivité de la biomasse

Collecte & caractérisation

Pré-traitement de la ressource

Injection et gazéification

Purification des gaz, ajustement

Synthèse des biocarburants

Equipements de laboratoire :



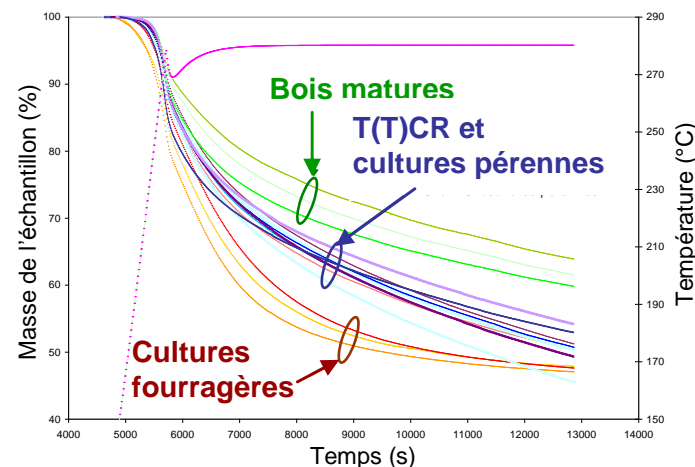
Broyage



Torrefaction



Pyrolyse



Comparaison technico-économique des procédés de torrefaction

Développement de modèles de torréfaction et de pyrolyse

Biomasse 2G – le procédé de conversion thermochimique

Collecte &
caractérisation

Pré-traitement de
la ressource

Injection et
gazéification

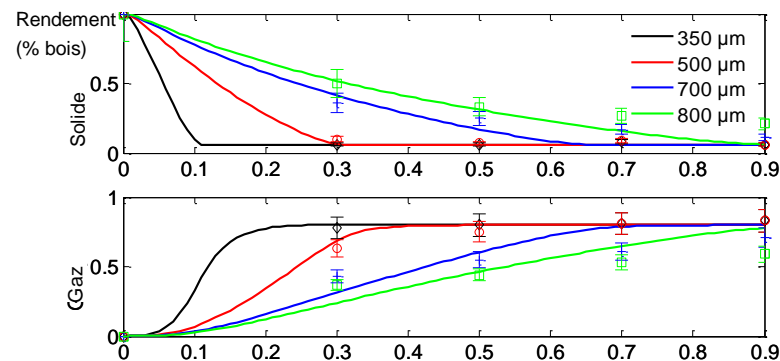
Purification des
gaz, ajustement

Synthèse des
biocarburants



Lit fluidisé (qqes kg/h)

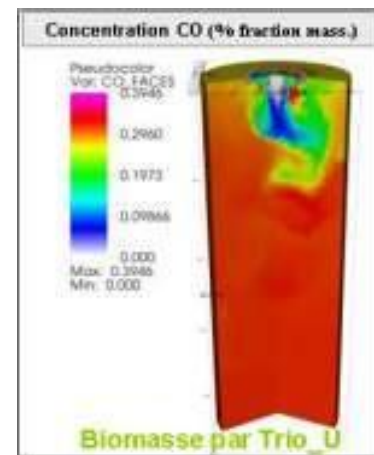
liten



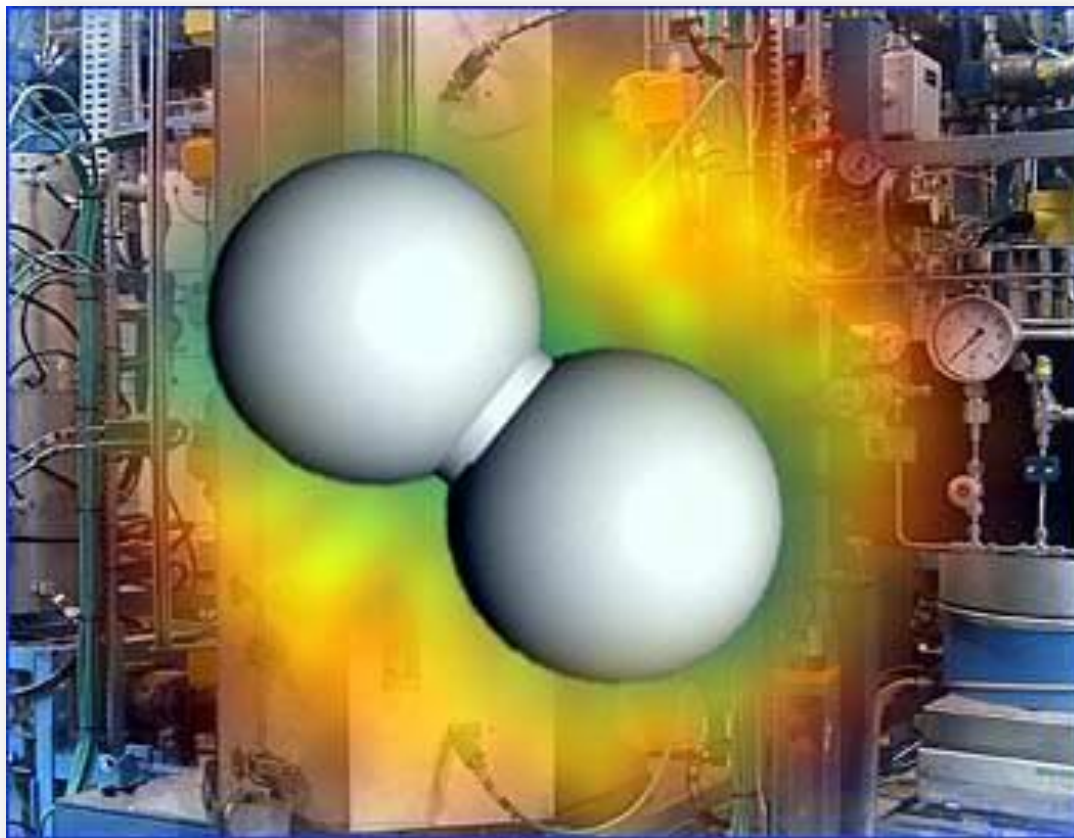
Avancées sur les modèles de gazéification :

- prise en compte de la taille des particules
- couplage code gazéification (GASPAR) et CFD (Trio-U, Fluent)

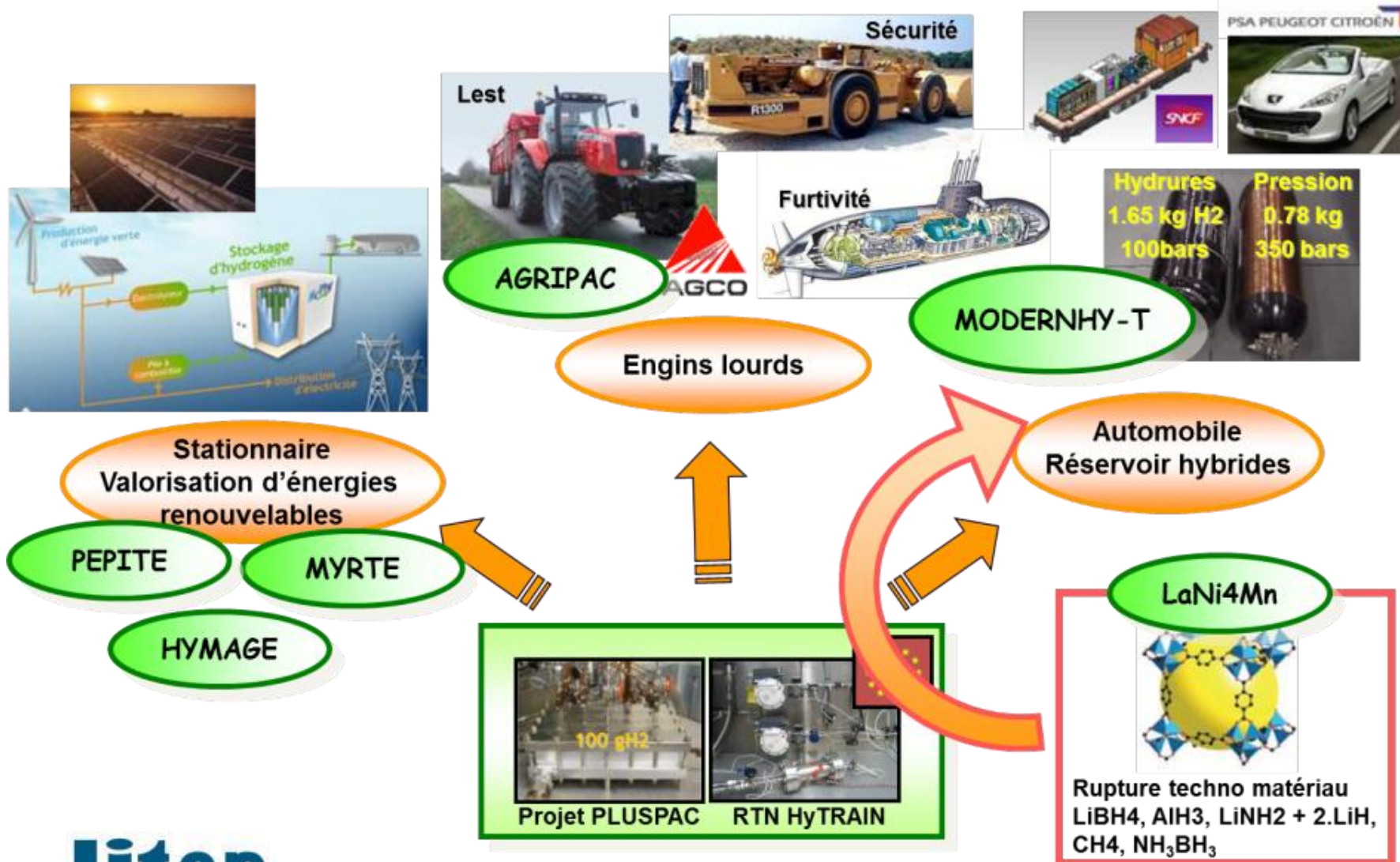
Mise en place d'un dispositif innovant d'injection de poudre de biomasse sous pression, à faible consommation de gaz



Les technologies de l'hydrogène



L'hydrogène pour quels usages ?



Produire un hydrogène propre

*L'hydrogène est l'élément le plus abondant de la planète ...
... pourtant il n'existe pratiquement pas à l'état pur dans la nature*

PRÉSENT PARTOUT

...

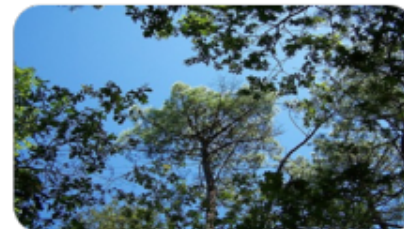
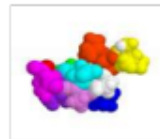
MAIS DISPONIBLE NULLE PART



On trouve de l'hydrogène dans les **hydrocarbures** qui, comme leur nom l'indique, sont issus de la combinaison d'atomes de carbone et d'hydrogène



Tout organisme vivant, animal ou végétal, est composé d'hydrogène : la **biomasse** est donc une autre source potentielle d'hydrogène.

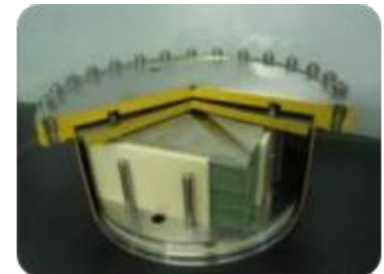
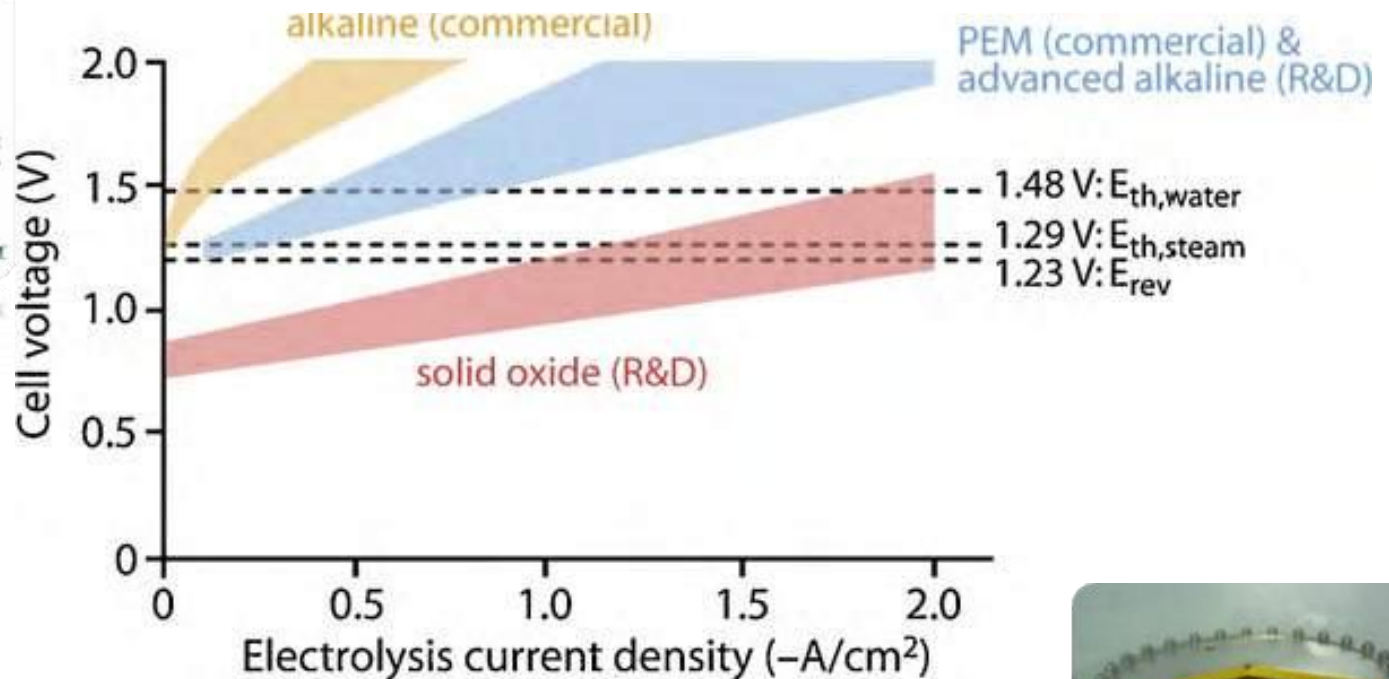


liten



Chaque molécule d'**eau** (H_2O) est le fruit de la combinaison entre un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène. Or, l'eau couvre 70 % du globe terrestre.

L'électrolyse de l'eau – une technologie durable



Plateforme PROHYTEC

Un banc d'essai "electrolyses"

- **Objectifs:**

- Mise en place d'une plateforme mutualisée de production d'hydrogène par électrolyse de l'eau et de dessalement d'eau.

- **Budget 2011/2014 :**

- Hydrogène : 850 k€
- Total Prohytec: 2000 k€

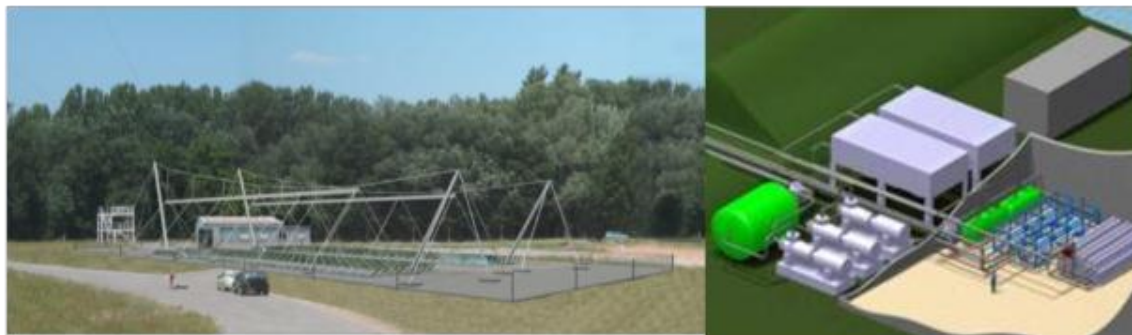


Site du CEA Cadarache

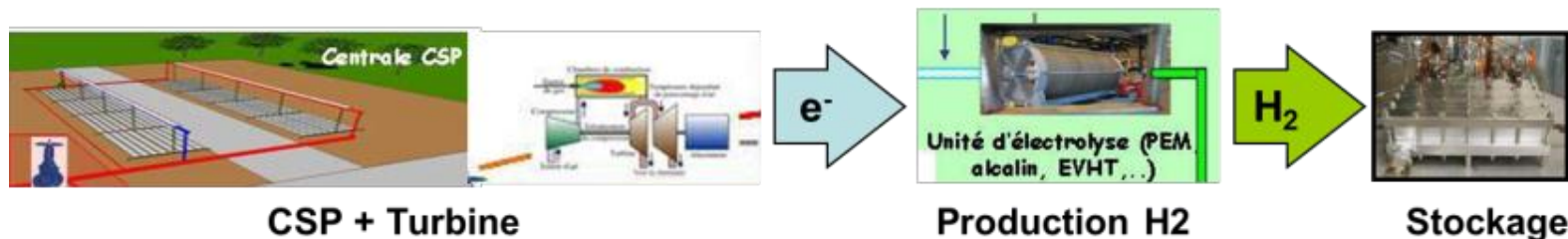


Plateforme PROHYTEC ~ intégration aux EnR

- Valorisation de l'énergie solaire pour le stockage de l'énergie



- Plateforme technologique expérimentale ouverte pour tester et valider à une échelle représentative différents procédés de stockage de l'énergie.



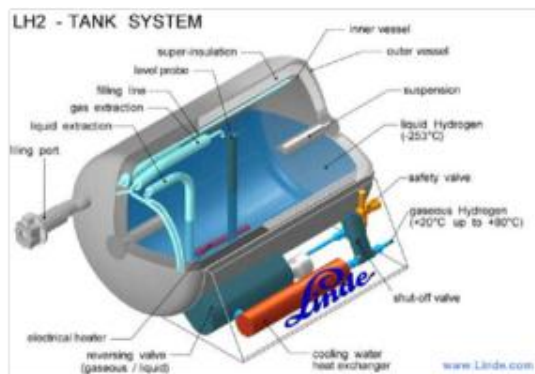
Stocker l'hydrogène – les 3 voies explorées

Gaz

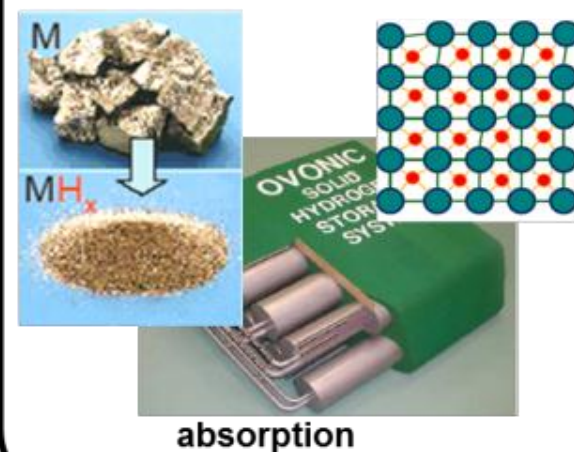
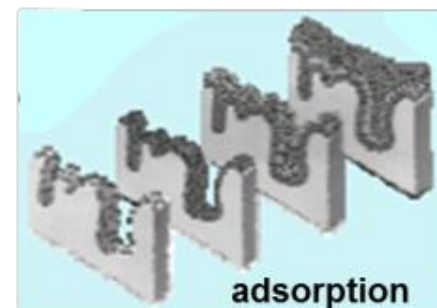


Liquide

20.3K = -253°C



Solide



Stocker l'hydrogène la voie "hydrures" pour la sécurité

exo/endo thermicité de la réaction

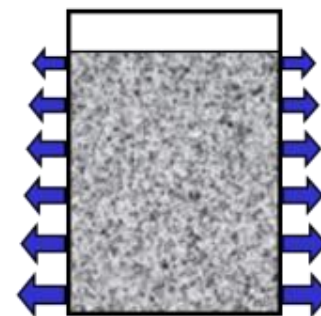
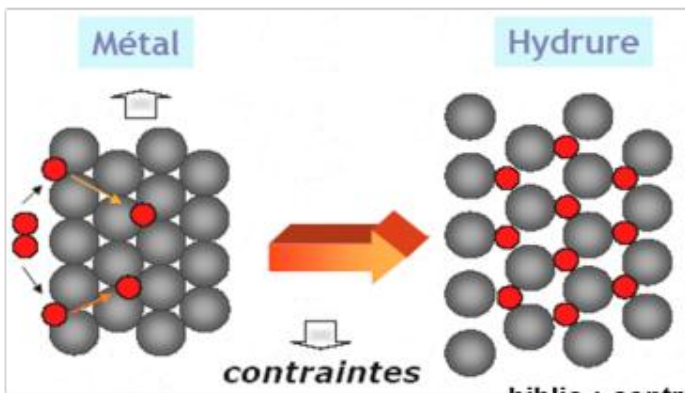
Absorption : chaleur libérée



Désorption : chaleur à fournir

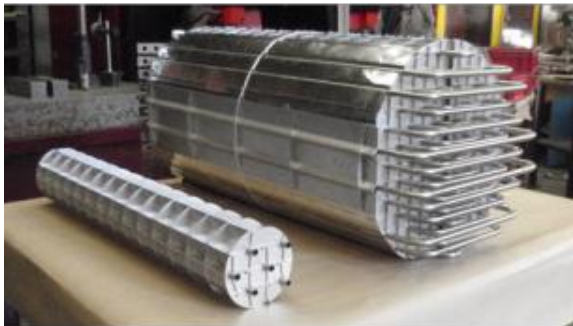
exemple : 5kg H₂ dans TiVFe → 30 kWh

gonflement du matériau



biblio : contraintes de 300 MPa dans les parois d'un réservoir cylindrique

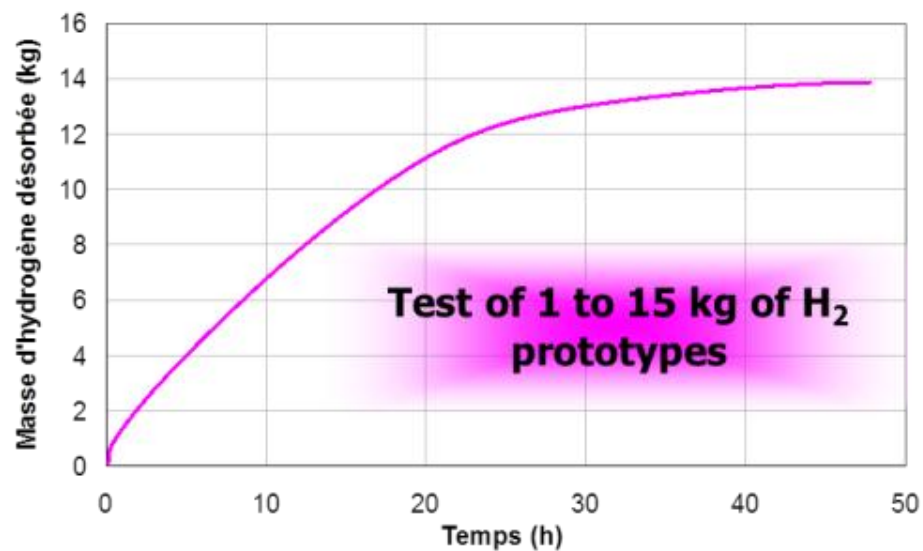
Stockage hydrures – concept de réservoir



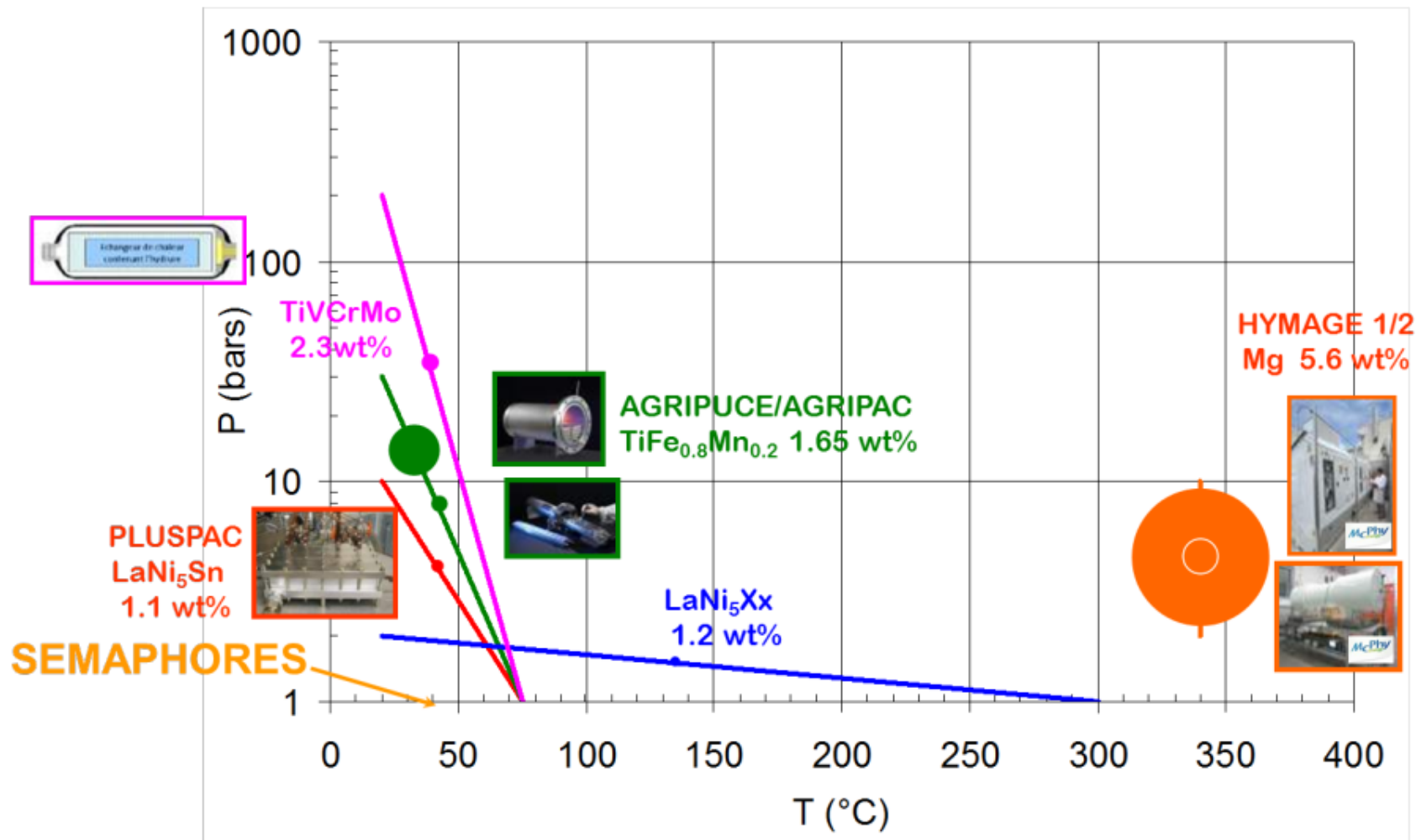
Stockage hydrures —essai sur prototype



liten

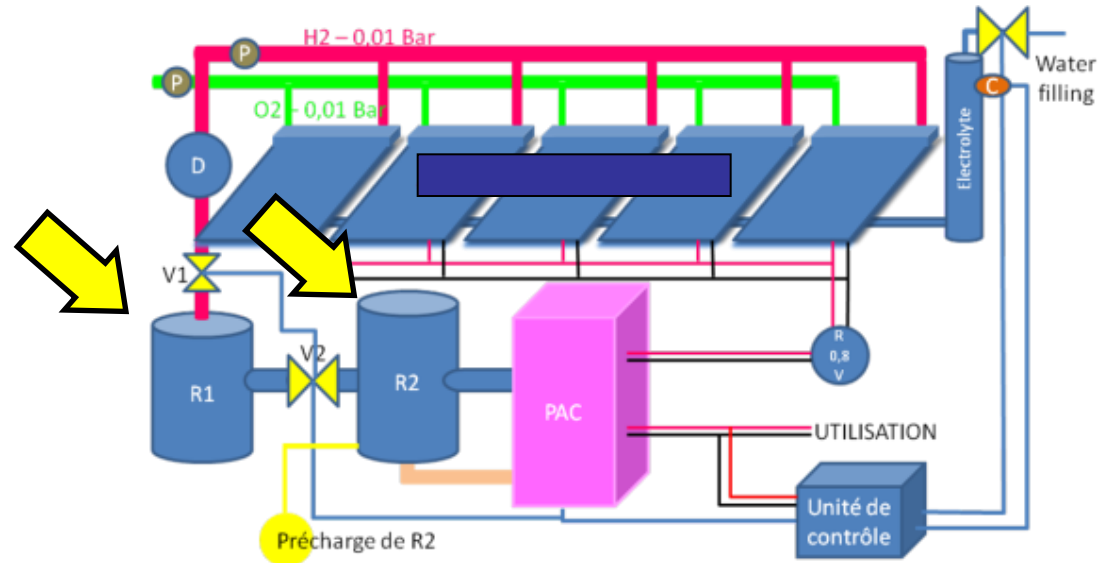


Stockage hydrures – un spectre large de couples P/T, de matériaux et de concepts de réservoirs



Stockage hydrures –Projet SEMAPHORES

- Stockage de d'hydrogène
- Hydrures métalliques
- Formulations du type :
AB, AB₂, ou AB₅,
type LaNi₅X ou TiFeX
- Désorption par la chaleur
perdue de la PAC



		Mois																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Sous tâche 1	Choix de l'hydrure																		
Sous tâche 2	Conception du réservoir - échangeur de chaleur																		
Sous tâche 3	Spécification de la gestion des interfaces																		
Sous tâche 4	Approvisionnement de l'hydrure et fab. du réservoir																		
Sous tâche 5	Test du réservoir																		

- Spécification des interfaces réservoir ↔ dispositif de photo-électrolyse
et réservoir ↔ PAC
- Intégration du réservoir à la chaîne complète et qualification

Les chaînes hydrogène pour le stockage de l'énergie



Chaîne alcalin + PEM

Coût = 1



4kWh/NM³



Coût = 2



$\eta = 50 \text{ à } 60\%$



Coût total = 3

Chaîne EHT réversible

Coût = 1,5



3,4 kWh/NM³



Surcoût = 0,5



$\eta = 60 \text{ à } 70\%$



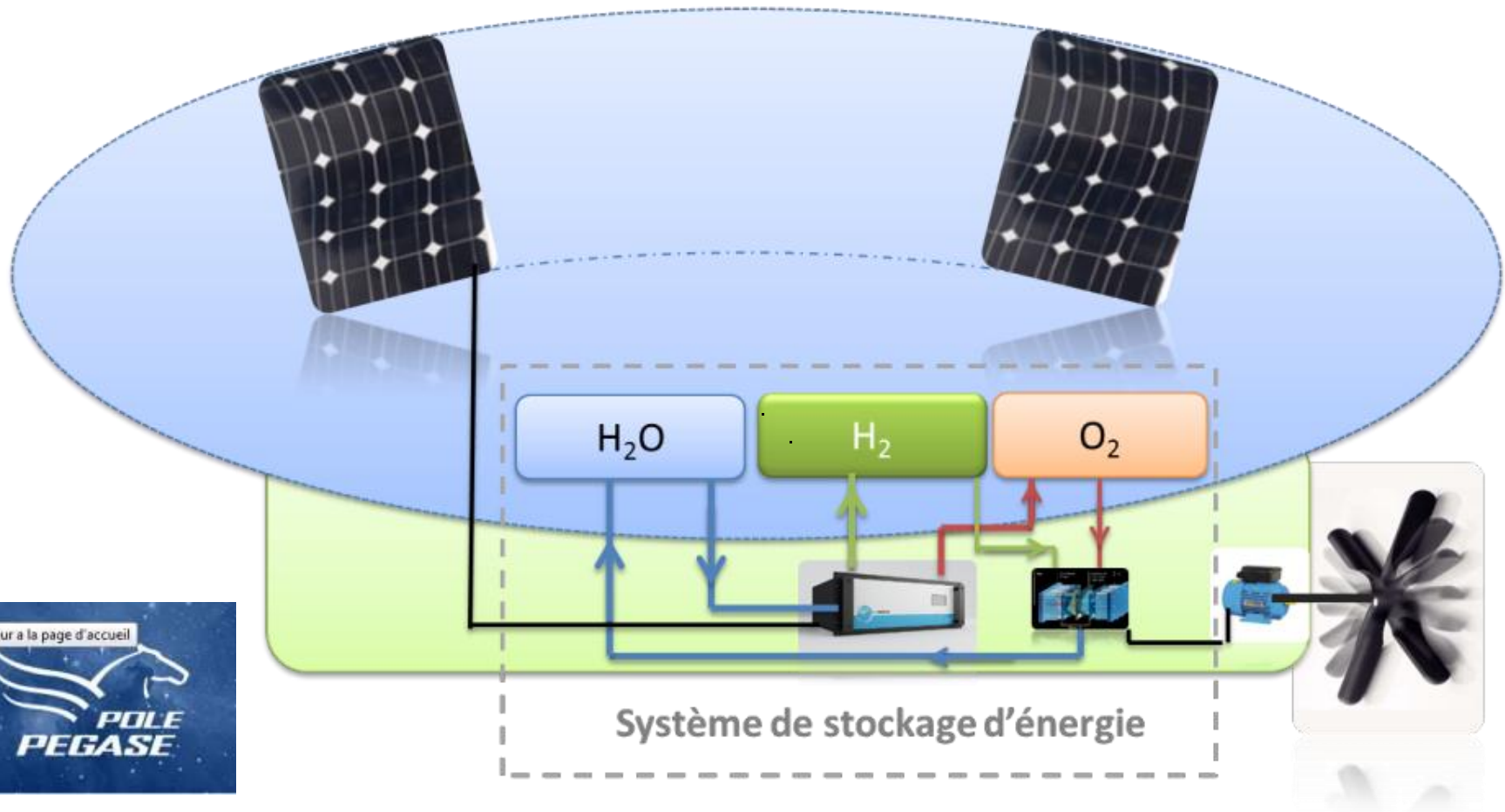
Coût total = 2

La plateforme MYRTE en Corse

1^{ère} chaine hydrogène couplée au réseau



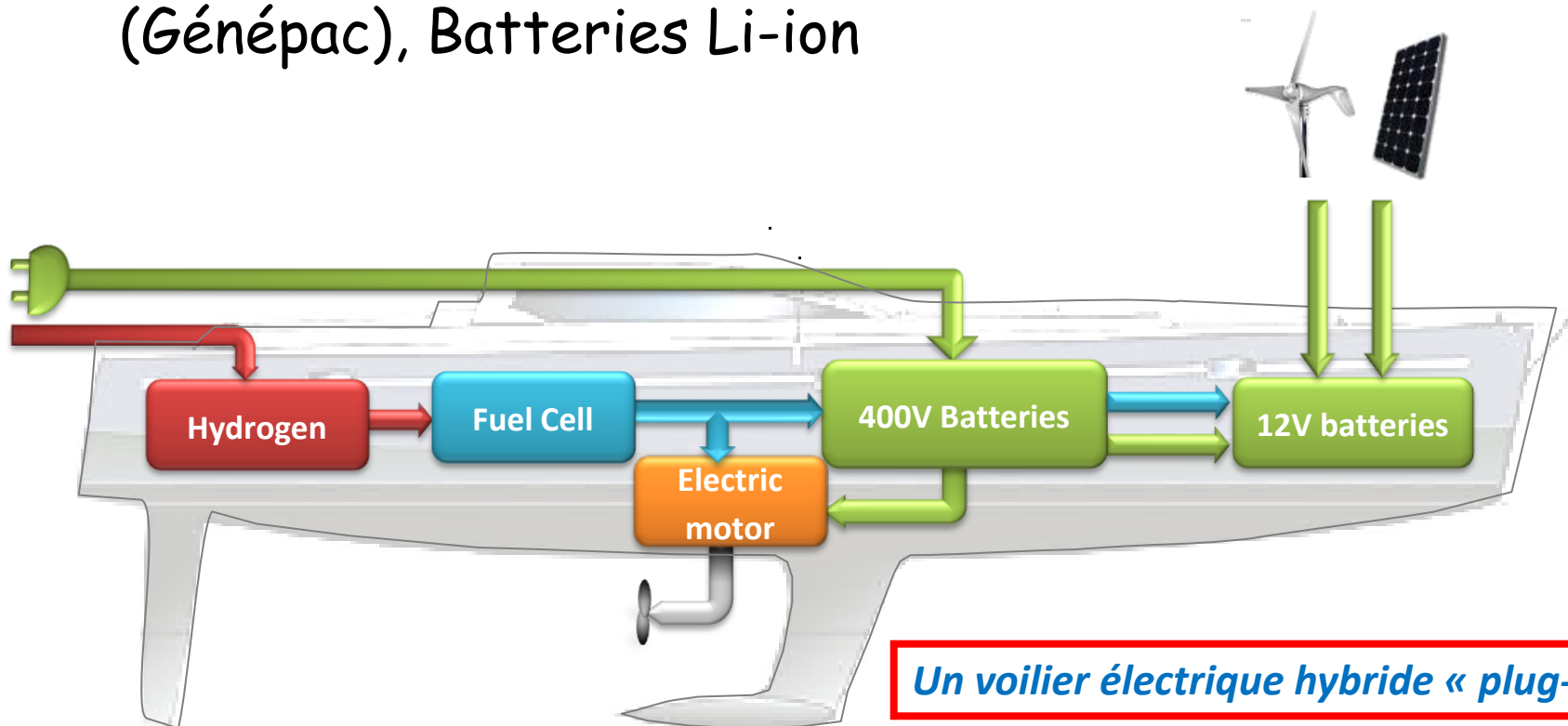
Le projet STRATO – une chaîne hydrogène embarquée



Minimiser les masses du système de stockage de l'énergie (jour/nuit)

La mobilité hydrogène – bateau Zéro CO₂

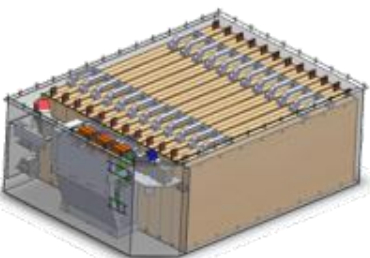
- Décomposition fonctionnelle
 - Sources d'énergie: Hydrogène, réseau, vent, solaire
 - Convertisseurs d'énergie: Pile à combustible PEM (Génépac), Batteries Li-ion



Un voilier électrique hybride « plug-in »

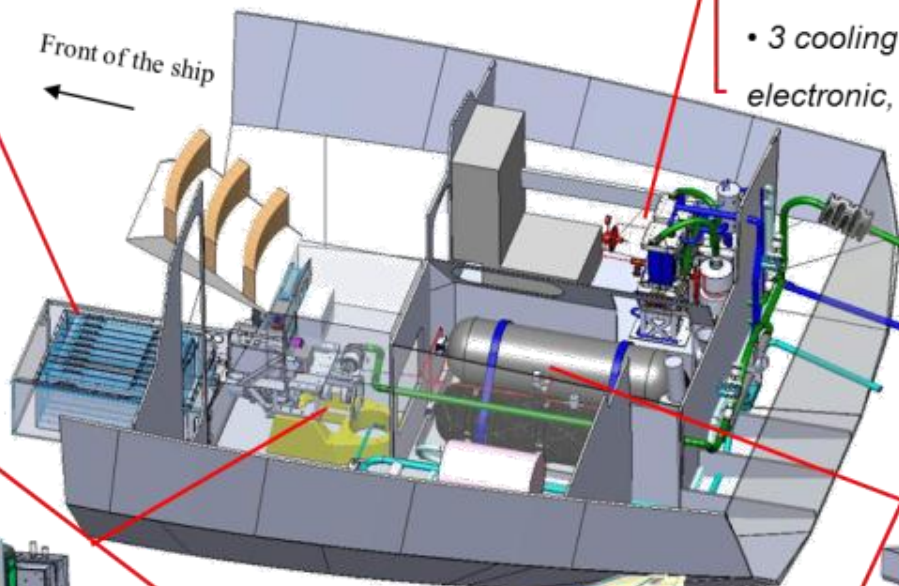
La mobilité hydrogène – bateau Zéro CO2

Batteries



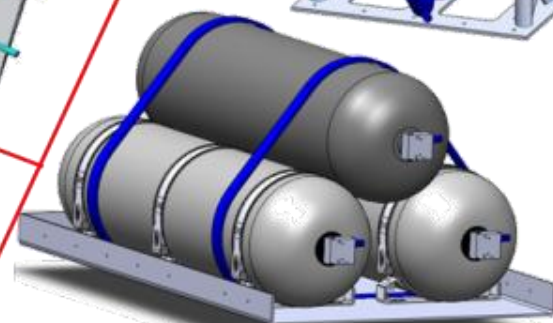
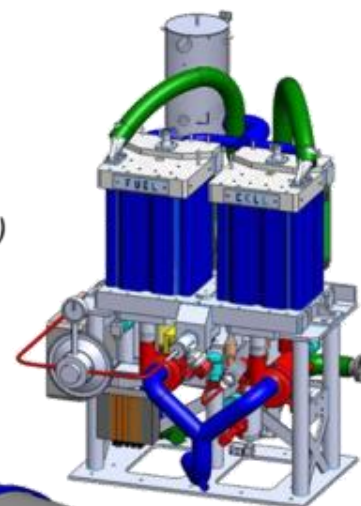
- CEA design
- LiFePO_4
- 40 A.h and 400 V
- Energy storage: 14.8 kW.h

Front of the ship
←



Fuel cell system

- CEA design (25 kW)
- 2 CEA metallic stacks
- 3 cooling loops (stack electronic, water vessel)

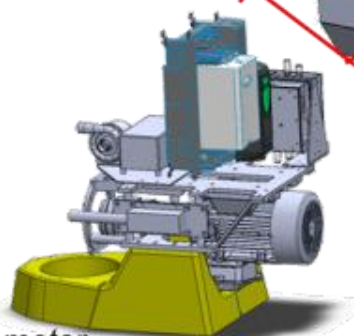


Hydrogen storage

- 3 cylinders of 150 L, Type III
- Service pressure: 35 MPa
- Hydrogen mass stored: 10.5 kg
- Total energy stored (LHV): 350 kW.h

Motor

- Synchron motor
- Permanent magnets
- 23 kW (1800 rpm – 110 N.m)
- Frequency variator



835 sensors

550 safety thresholds

Monitoring

liten

La mobilité hydrogène – bateau Zéro CO2

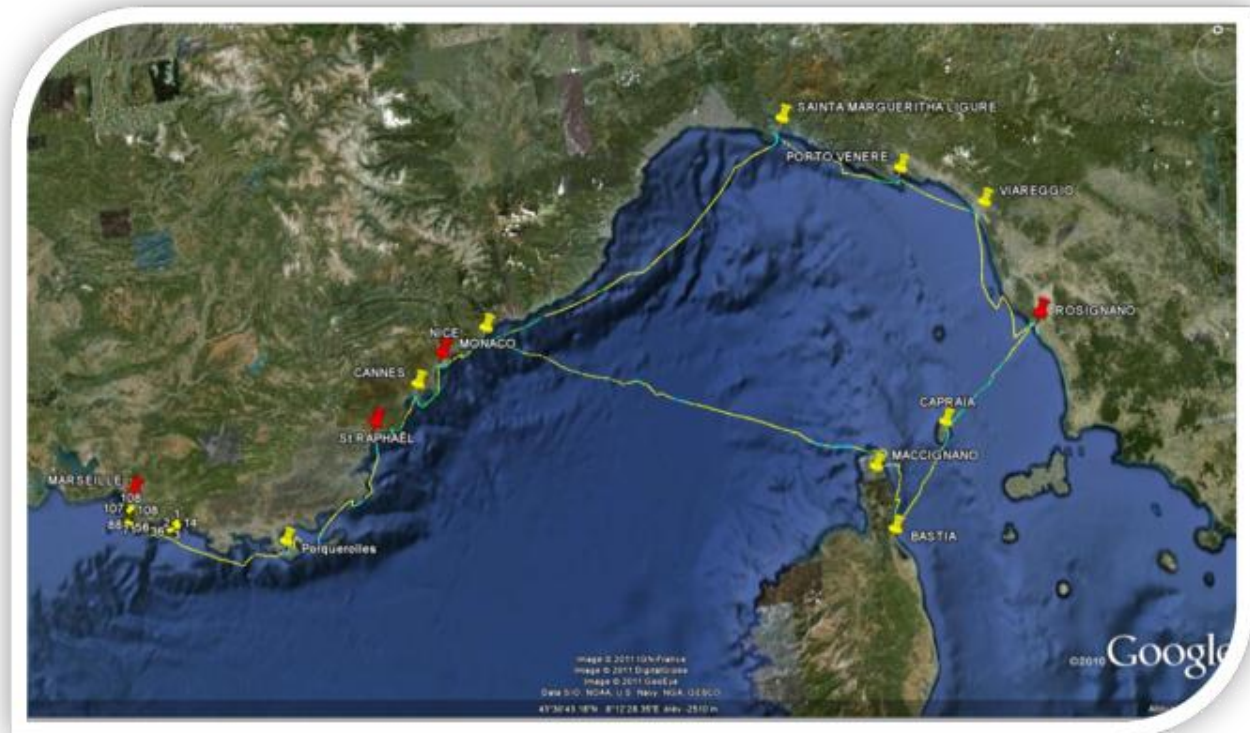
● Autonomie

● Mode « batteries »

- Vitesse @ 6 nœuds: 2h00
- Vitesse @ 4 nœuds: 3h30

● Mode hybride « batteries+ PAC »

- Vitesse @ 6 nœuds, H₂ @35 MPa: 10h00
- Vitesse @ 6 nœuds, H₂ @15 MPa: 6h00
- Vitesse @ 4 nœuds, H₂ @35 MPa: 27h00
- Vitesse @ 4 nœuds, H₂ @15 MPa: 14h30



La mobilité hydrogène – bateau Zéro CO2

- Signature d'une convention cadre en mai 12 avec la métropole NCA pour l'exploitation du voilier



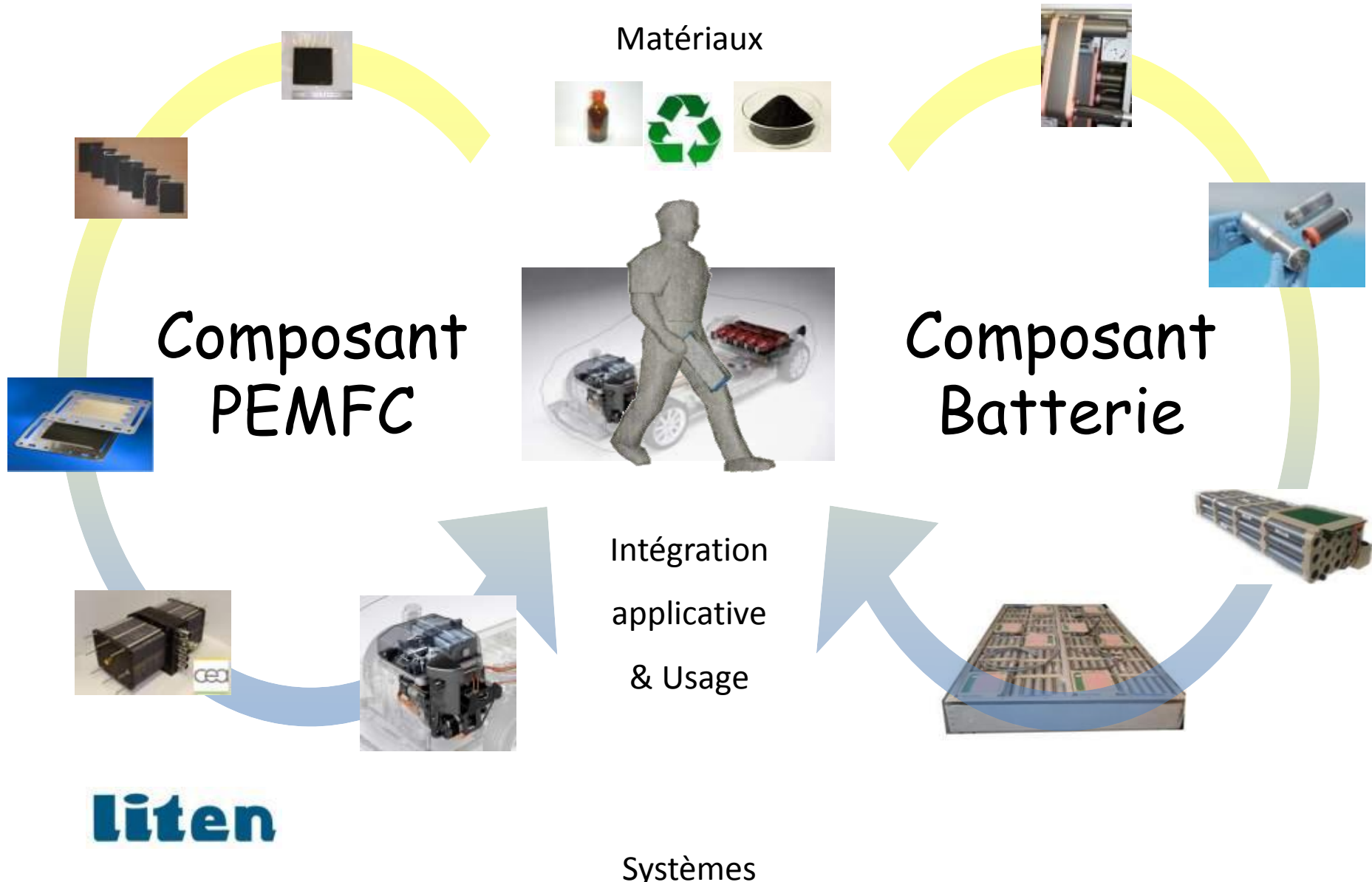
- « Championnats du monde d'Apnée à Villefranche sur Mer- Sept. 2012 »
 - Alimentation électrique du site de plongée et de la régie vidéo
 - Poursuite de partenariat avec Métropole NCA



liten



La mobilité décarbonnée



Battery cells pilot line

600 m² dry room



- ➔ Upscaling (15 to 40Ah)
- ➔ Cells innovative architecture validation
- ➔ Process validation

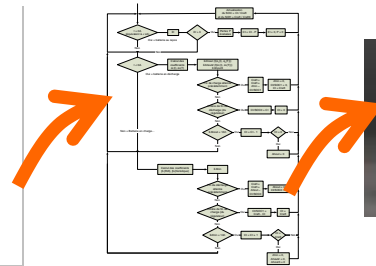
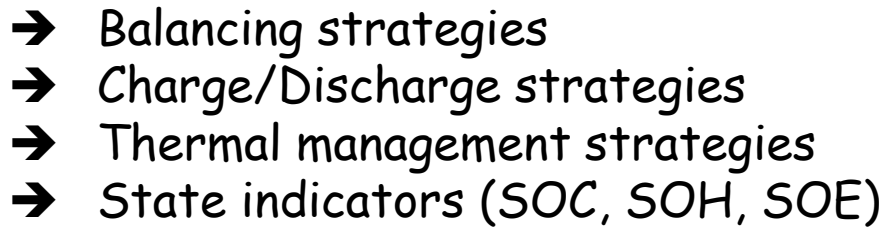


Plateforme d'intégration des batteries Li-ion



- ➔ Innovative architecture validation
- ➔ Assembly process validation





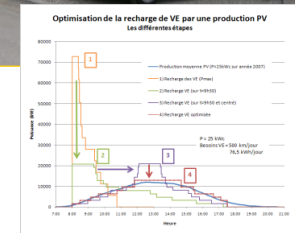
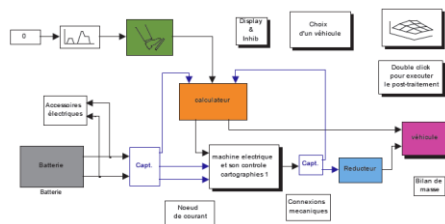
Une ligne Électrode pour AME Pile à Combustible PEMFC



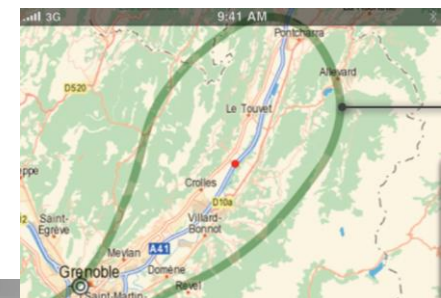
- 100 électrodes / heure
- 1 journée pour mettre en œuvre un nouveau design



Des mises en situation réelle pour l'évaluation de ces technologies



- Use case characterization
- Battery system field test & characterization
- Management strategies validation
- Power train energy modeling
- Range indicator: GPS/BMS coupling





Merci pour votre attention

