

- Une équipe :
 - 14 enseignants-chercheurs permanents (dont 6 HdR)
 - 21 doctorants
- Publications en 2012 : 46
Soutenances en 2012 : 6 thèses + 1HdR

Thème : Fiabilité et Optimisation des systèmes d'énergie électrique

Systèmes de Conversion

- Structures électroniques
- Machines électriques
- Associations et commande
- Décharges et Plasmas

Réseaux d'Energie

- Réseau de transport et de distribution d'électricité
- Réseaux isolés et réseaux embarqués DC

Alimentation électrique en site isolé à partir d'énergies renouvelables

E3S – Département Énergie



Le projet Eolhy (PAN-H ANR)

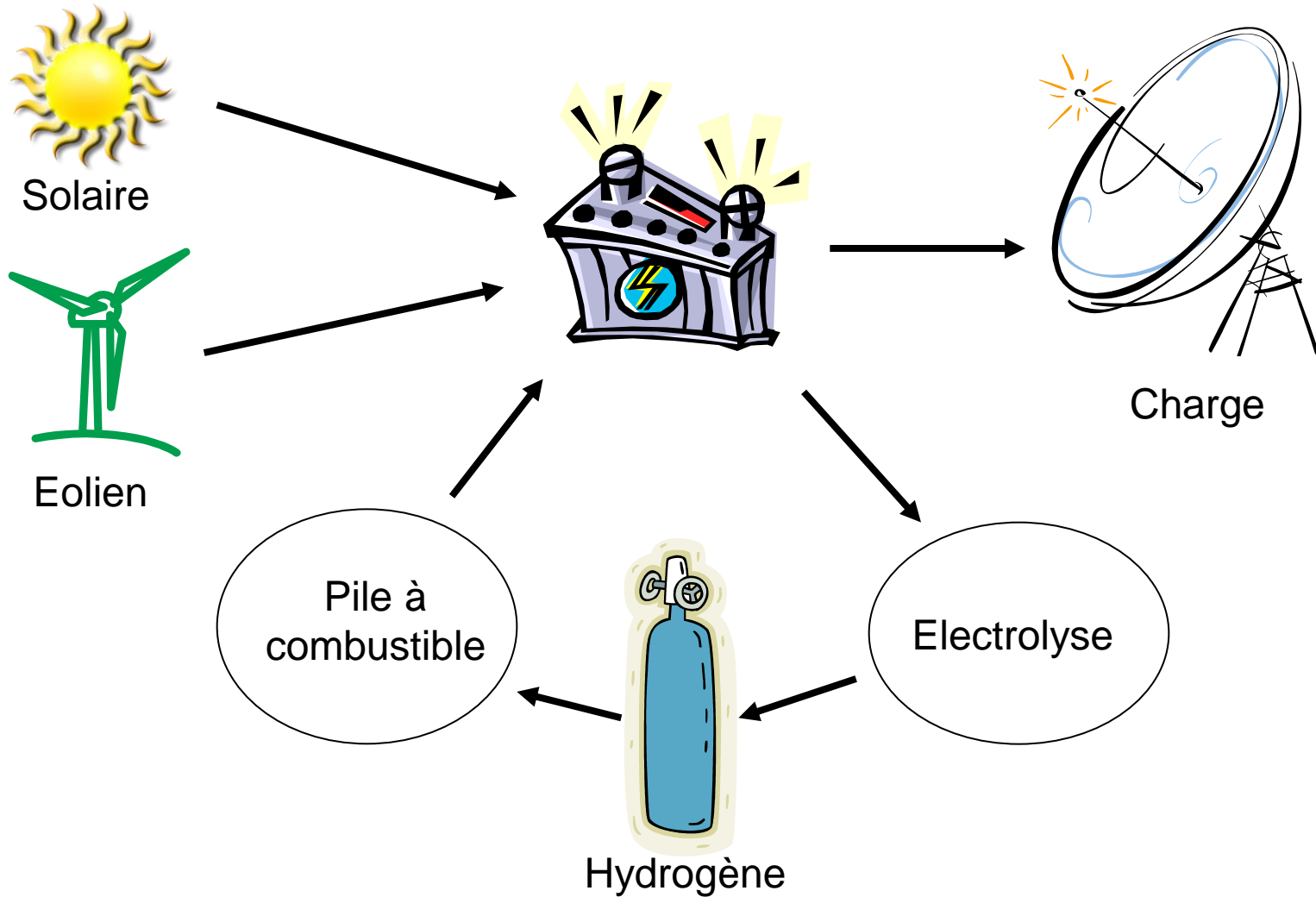
Utilisation du vecteur **hydrogène** :

- Production d'hydrogène par **électrolyse** de l'eau à partir de l'électricité fournie par les sources solaire et éolienne
- Stockage d'énergie par hydrogène
- Production d'électricité, à partir de l'hydrogène stocké, grâce à une **pile à combustible**

Les acteurs du projet

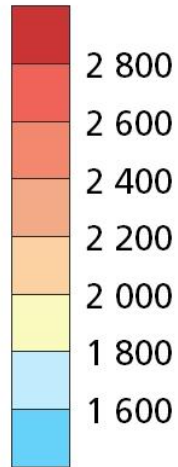
- ANR : Projet PAN-H (Plan d'action national hydrogène)
- Entreprises :
 - Air Liquide (coordinateur)
 - CETH (P.M.E. technologies de l'hydrogène)
 - Axane (filiale Air Liquide)
- Organismes de recherche :
 - **Supélec – E3S**
 - Laboratoire IMS Bordeaux
 - Université Paris XI

Diagramme énergétique de l'installation

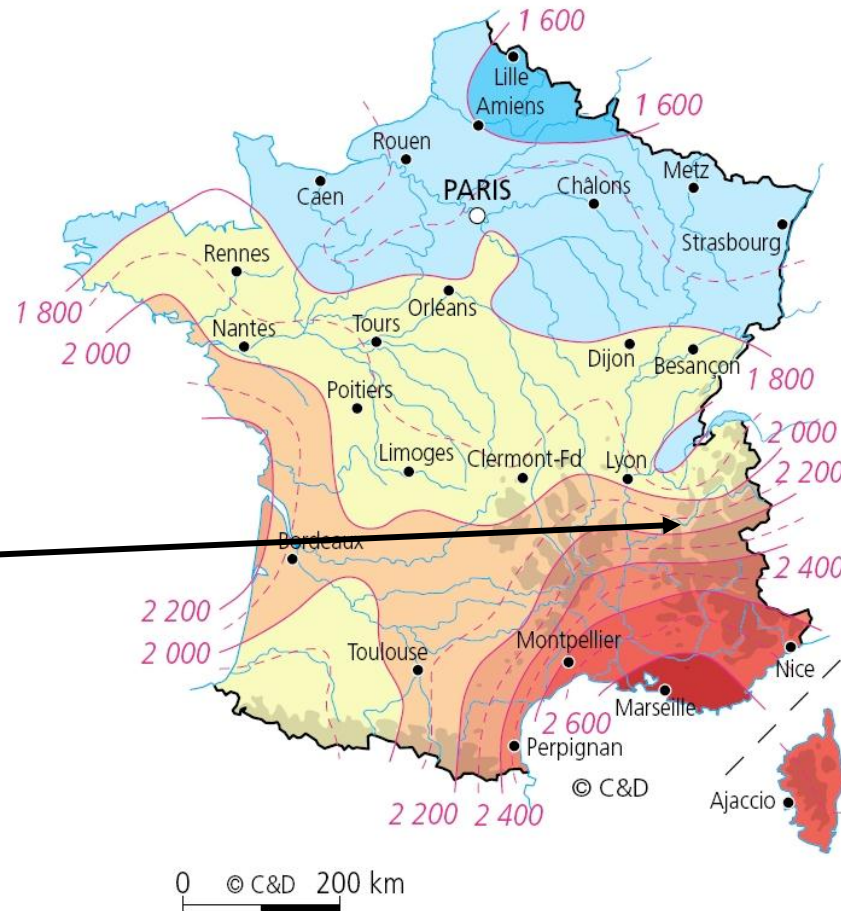


Gisement solaire

Nombre annuel moyen d'heures d'ensoleillement

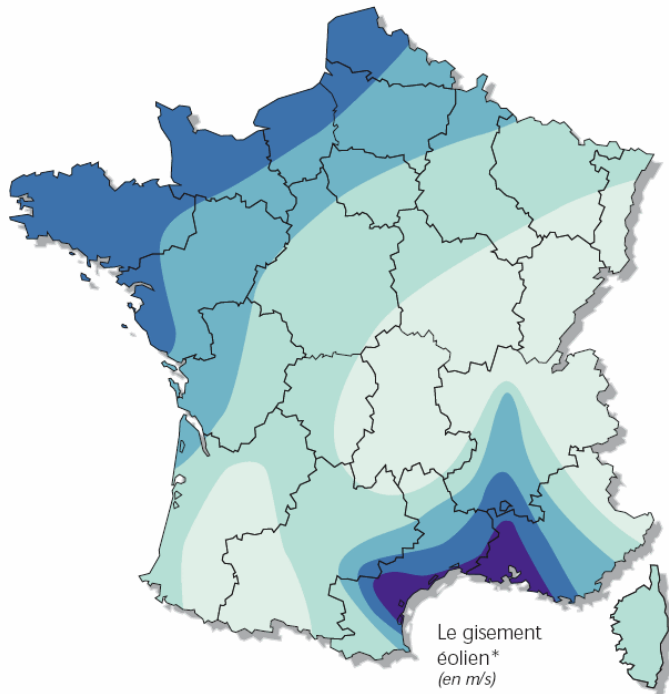


Altitude $\geq 1\ 000$ m





Gisement éolien

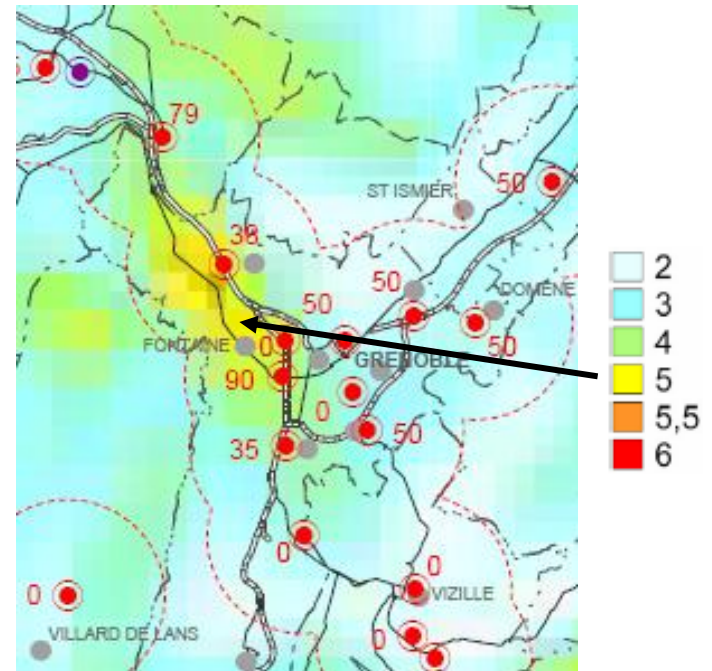


Le gisement éolien*
(en m/s)

Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles épars	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crêtes** collines	
<3,5	<4,5	<5,0	<5,5	<7,0	Zone 1
3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5	Zone 2
4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0	8,5 - 10,0	Zone 3
5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5	8,0 - 9,0	10,0 - 11,5	Zone 4
>6,0	>7,5	>8,5	>9,0	>11,5	Zone 5

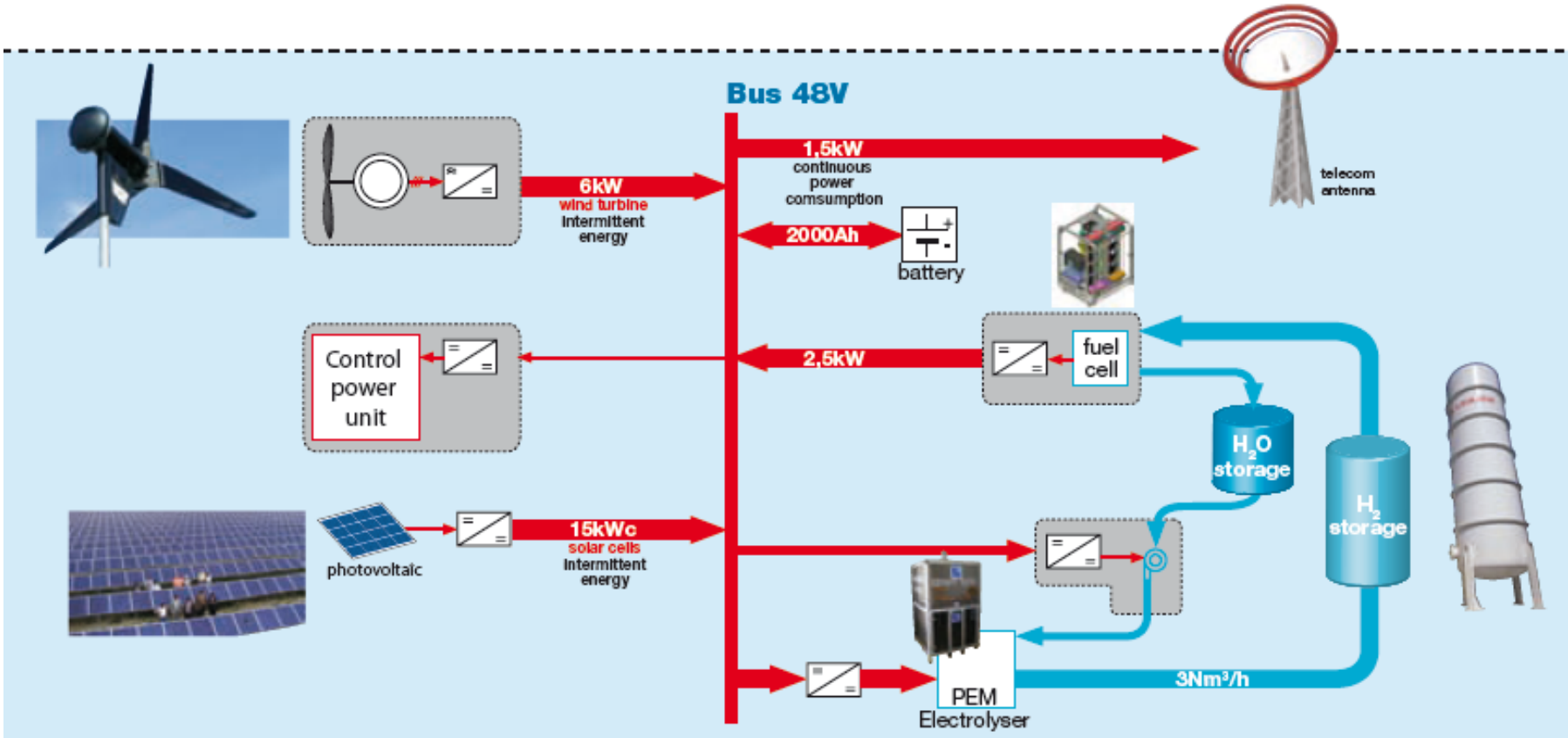
* Vitesse du vent à 50 mètres au-dessus du sol en fonction de la topographie

** Les zones montagneuses nécessitent une étude de gisement spécifique



Vitesse moyenne de vent à une hauteur de 50 m (en m/s)

Réseau électrique

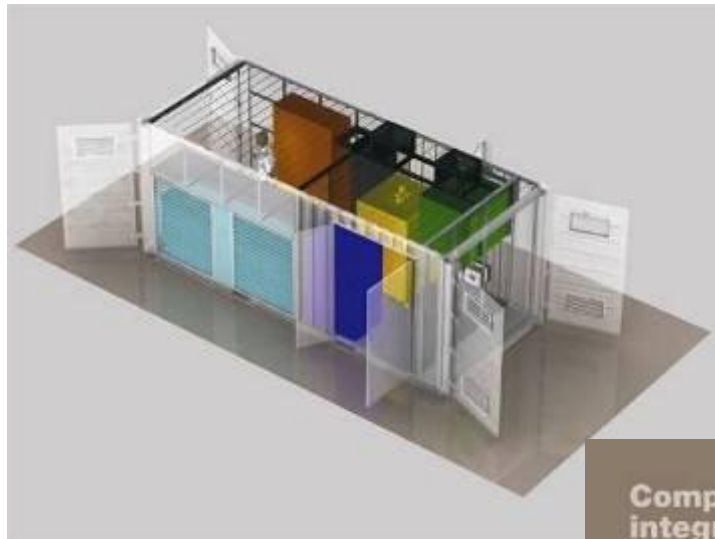


Installation prototype

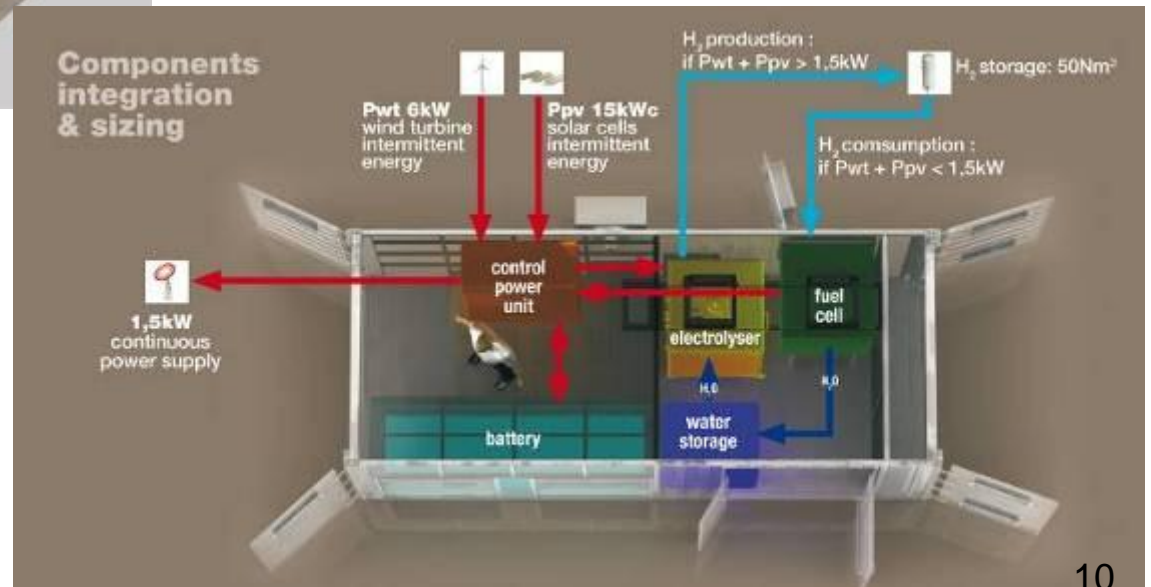


Réalisation sur le site d'**Air Liquide** à Sassenage près de Grenoble
Utilisation d'un container déposable sur site isolé

Installation prototype



Les composants sont intégrés dans un conteneur unique





Supélec

Les panneaux solaires



216 panneaux Photowatt PW700

12 V – 70 W à 25°C

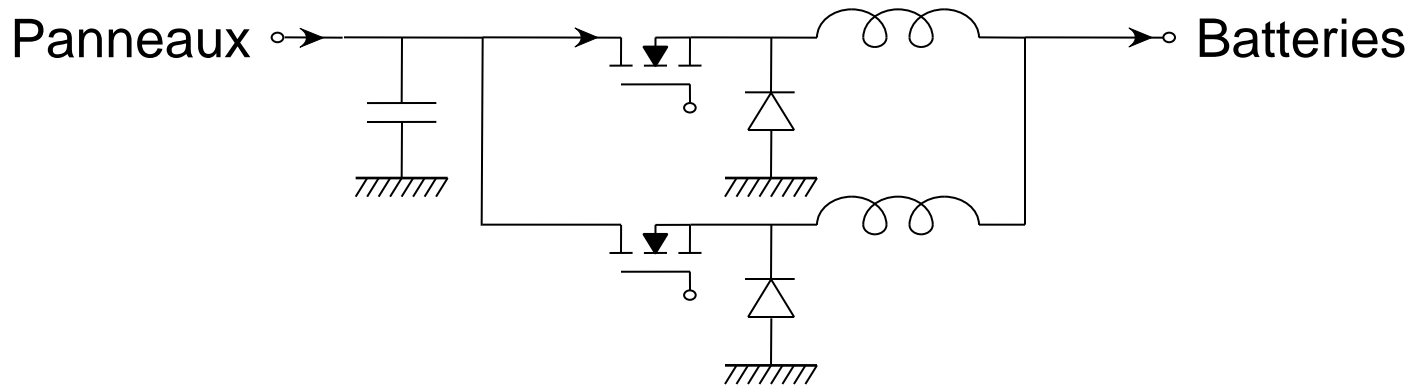
2 champs de 21x5 et 22x5 (30°)

Convertisseurs panneaux



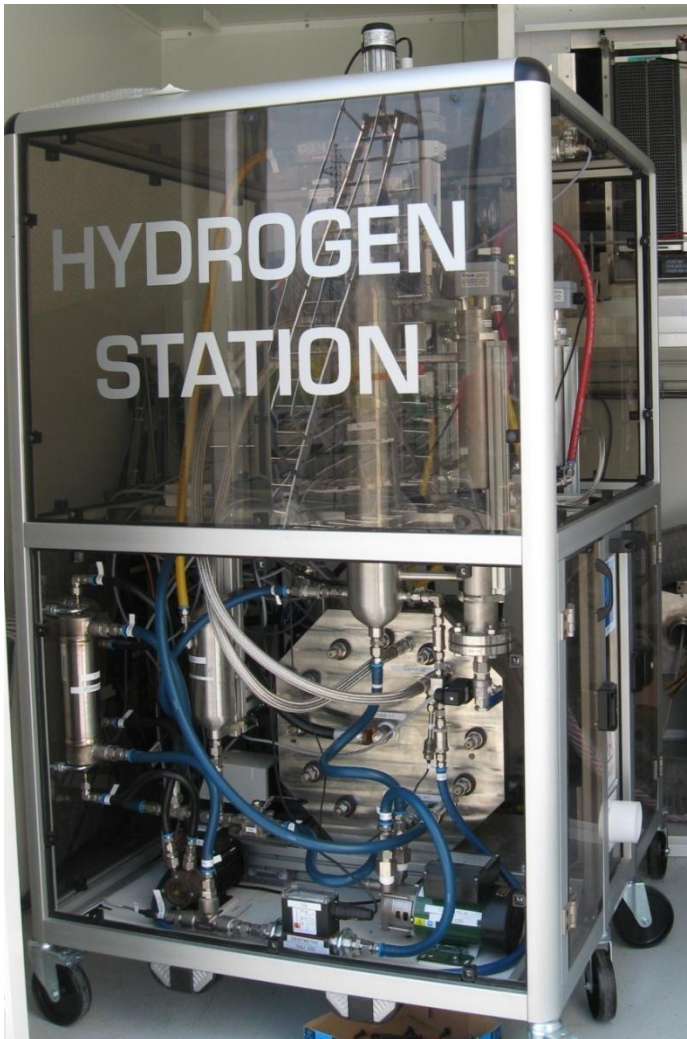
Un convertisseur DC-DC par champ de panneaux

Convertisseurs panneaux



- Hacheur abaisseur à **2 cellules** fournissant un courant à faible ondulation (à **40 kHz**)
- Tension maximale d'entrée **120 V** (5 x **24 V**)
- Courant maximal de sortie **200 A**
- Conversion d'énergie solaire réglable par action sur le rapport cyclique
- Fonctionnement possible en MPPT ou limitation volontaire en cas de surproduction

L'électrolyseur

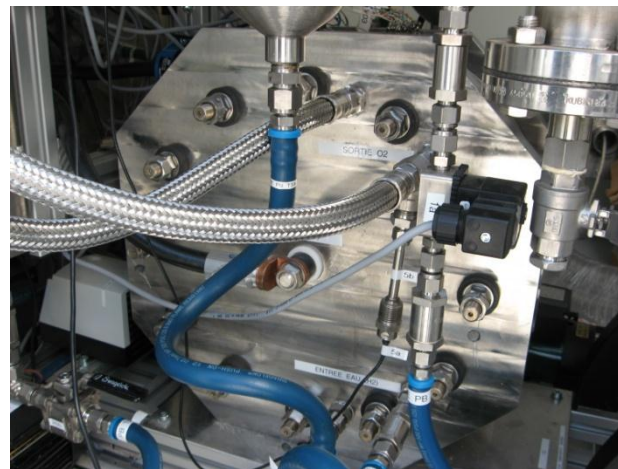


Electrolyseur PEM fabriqué par la **Compagnie Européenne des Technologies de l'Hydrogène**

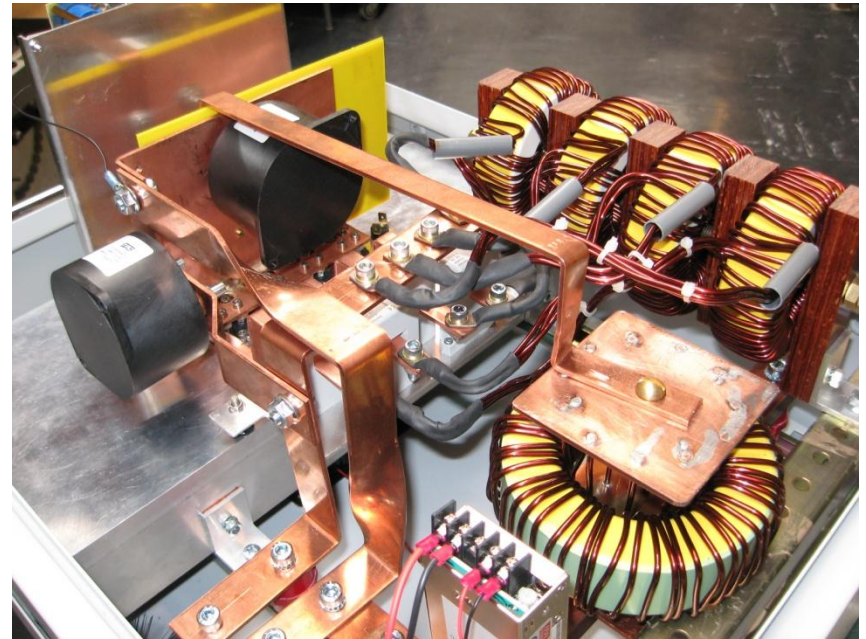
Production d'hydrogène avec un débit de **3 Nm³/h**

20 Cellules

Alimentation sous **40 V – 350 A**



Convertisseur Electrolyseur



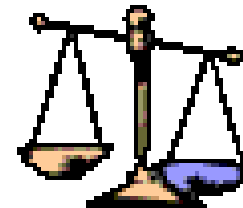
Convertisseur DC-DC **400 A** alimentant l'électrolyseur à partir du bus 48 V conçu et fabriqué par le ***Département Energie de Supélec***

Convertisseur Electrolyseur

- Hacheur abaisseur à **4 cellules** fournissant une tension à faible ondulation (à **80 kHz**) nécessaire au bon fonctionnement de l'électrolyseur
- Tension maximale d'entrée **60 V**
- Tension de sortie **0 - 45 V**
- Courant maximal de sortie **400 A**
- Production d'hydrogène réglée par action sur le rapport cyclique du convertisseur

Bilan énergétique

- Sources :
 - Panneaux : **15 kWc** donnant 15000 kWh par an soit une puissance moyenne de 1,7 kW
 - Éolienne : **6 kWc** donnant 9000 kWh par an sur site moyen soit 1 kW de puissance moyenne
 - Total : **2,7 kW** en moyenne
- Charges :
 - 1,5 kW de charge utile
 - 0,5 kW d'auxiliaires
 - Total : **2kW**





Supélec

- Merci pour votre attention.