



Micro-Cogénération à Pile à Combustible

WICLO-CODEUUEI8RI0U 8 LIE 8 COLU02RI0IE

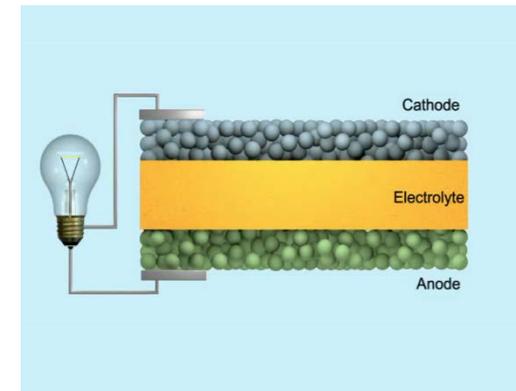
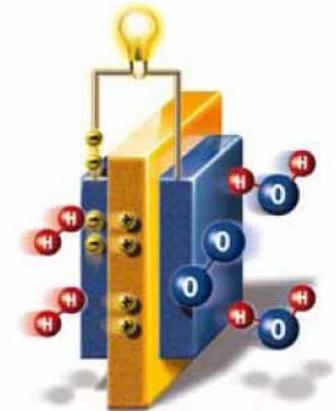
Etat des lieux du développement

Stéphane Hody – GDF SUEZ - CRIGEN

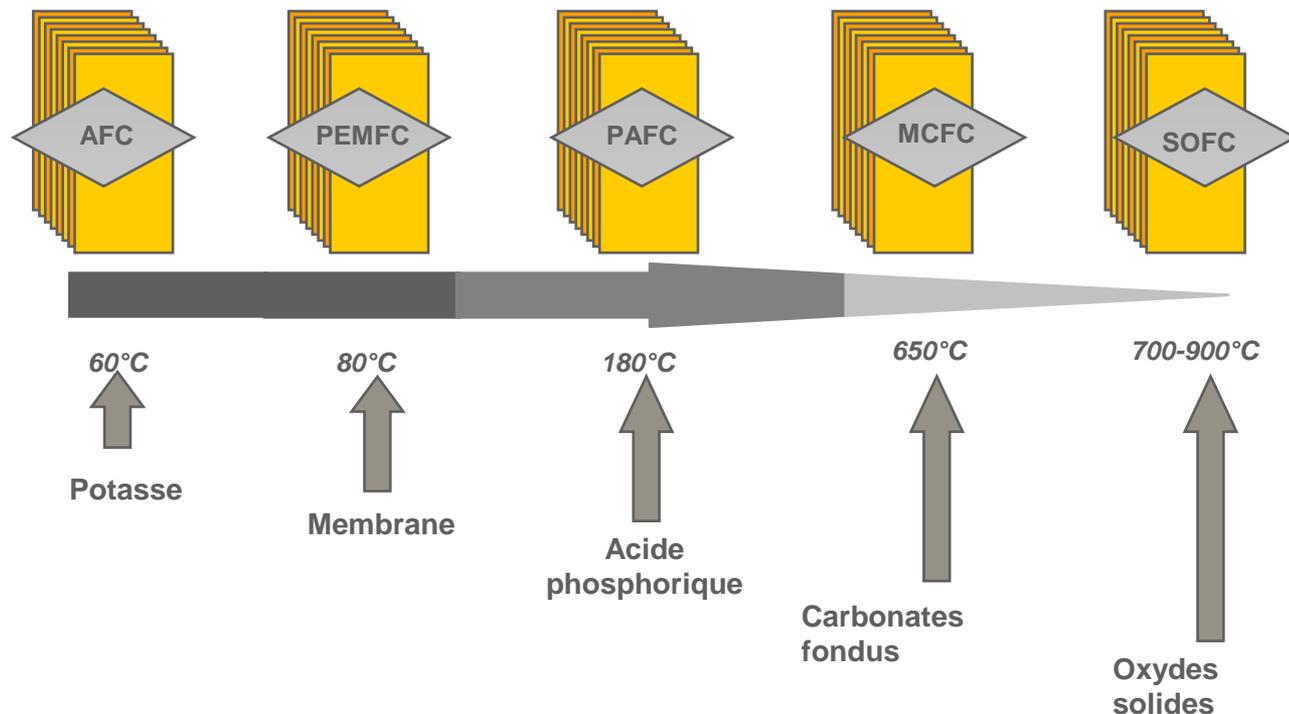
26 janvier 2012

■ Qu'est-ce qu'une pile à combustible ?

- Un générateur (pas un stockage) électrochimique, alimenté en gaz, et transformant directement son énergie chimique en électricité et chaleur, sans pièces mobiles, sans bruit, ni émissions de polluants
- Générateur électrique le plus efficace avec un rendement électrique pouvant atteindre 70%
- Réaction « indirecte » entre un combustible (H_2) et un comburant (O_2) : $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$
- A la différence d'une combustion, qui ne produit que de la chaleur, le combustible et le comburant sont envoyés dans des compartiments distincts (anode et cathode) séparés par un électrolyte.



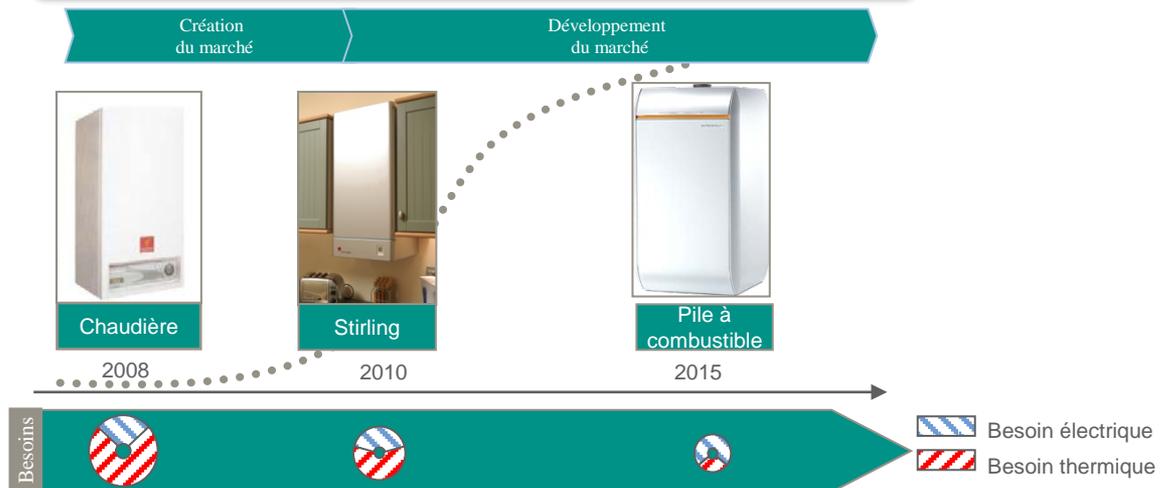
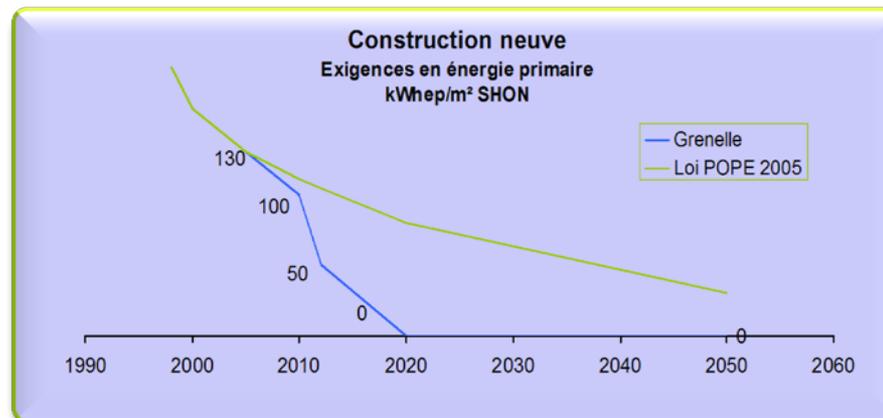
■ Plusieurs technologies différentes de piles à combustible



- AFC (Alkalyne Fuel Cell) : H₂ et O₂ exclusivement
- PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) H₂, méthanol, gaz naturel reformé « très haute-qualité »
- PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell) H₂, gaz naturel reformé « haute-qualité »
- MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell), (H₂), gaz naturel reformé « standard »
- SOFC (Solid Oxide Fuel Cell), (H₂), gaz naturel reformé standard, voire gaz naturel direct

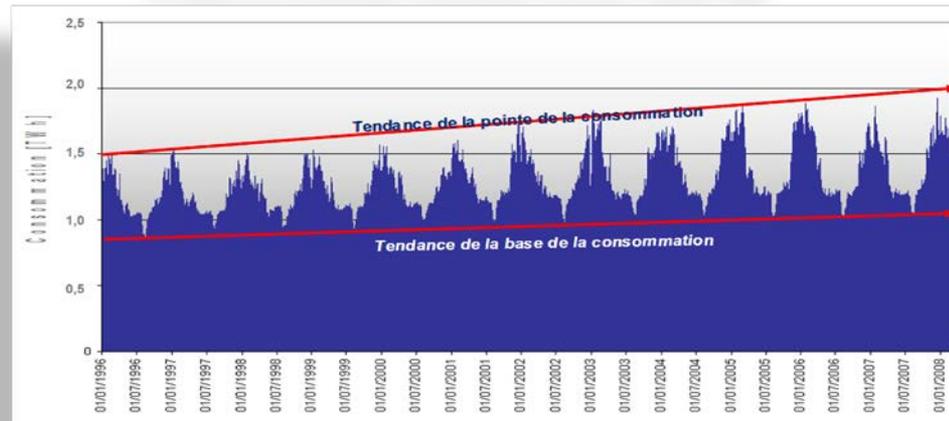
■ LES ENJEUX ET BÉNÉFICES DE LA MICRO-COGÉNÉRATION

■ Le réduction de la consommation d'énergie primaire des logements

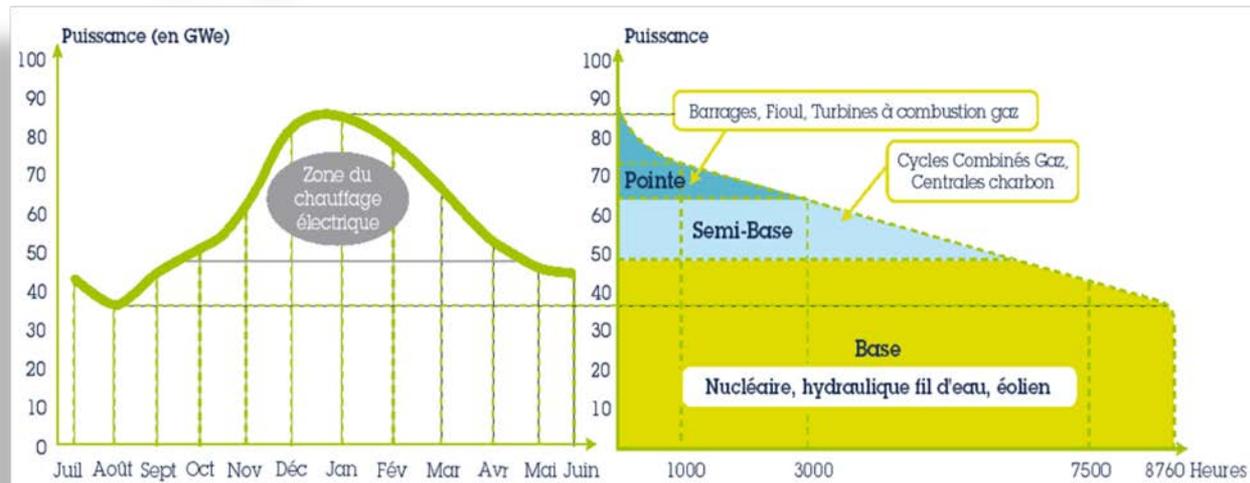


■ Et le contexte de la pointe électrique nationale

Evolution de la demande d'électricité en France depuis 1996



Source : RTE

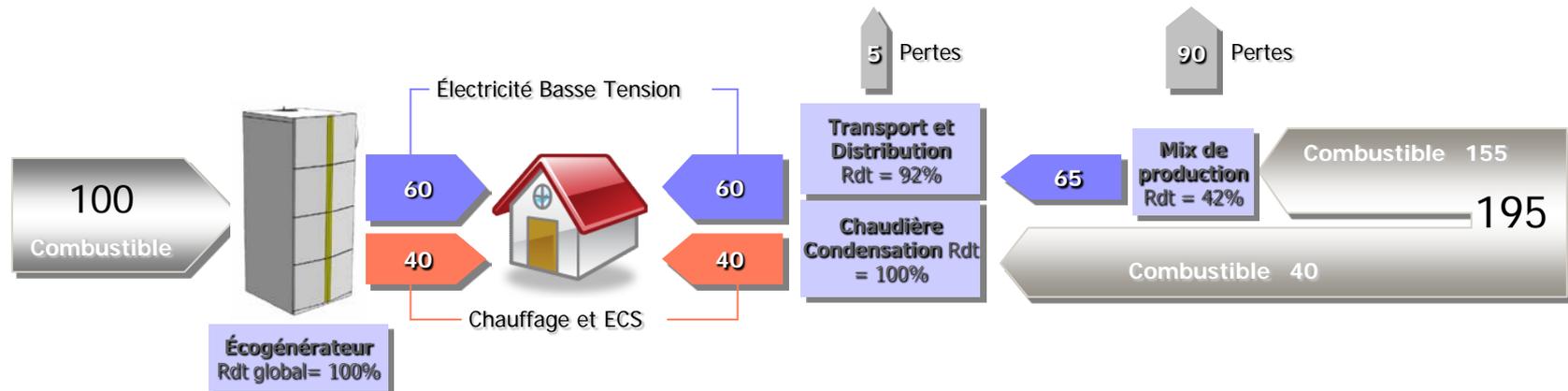


■ La micro-cogénération : production décentralisée efficace d'électricité et de chaleur dans le résidentiel et le tertiaire

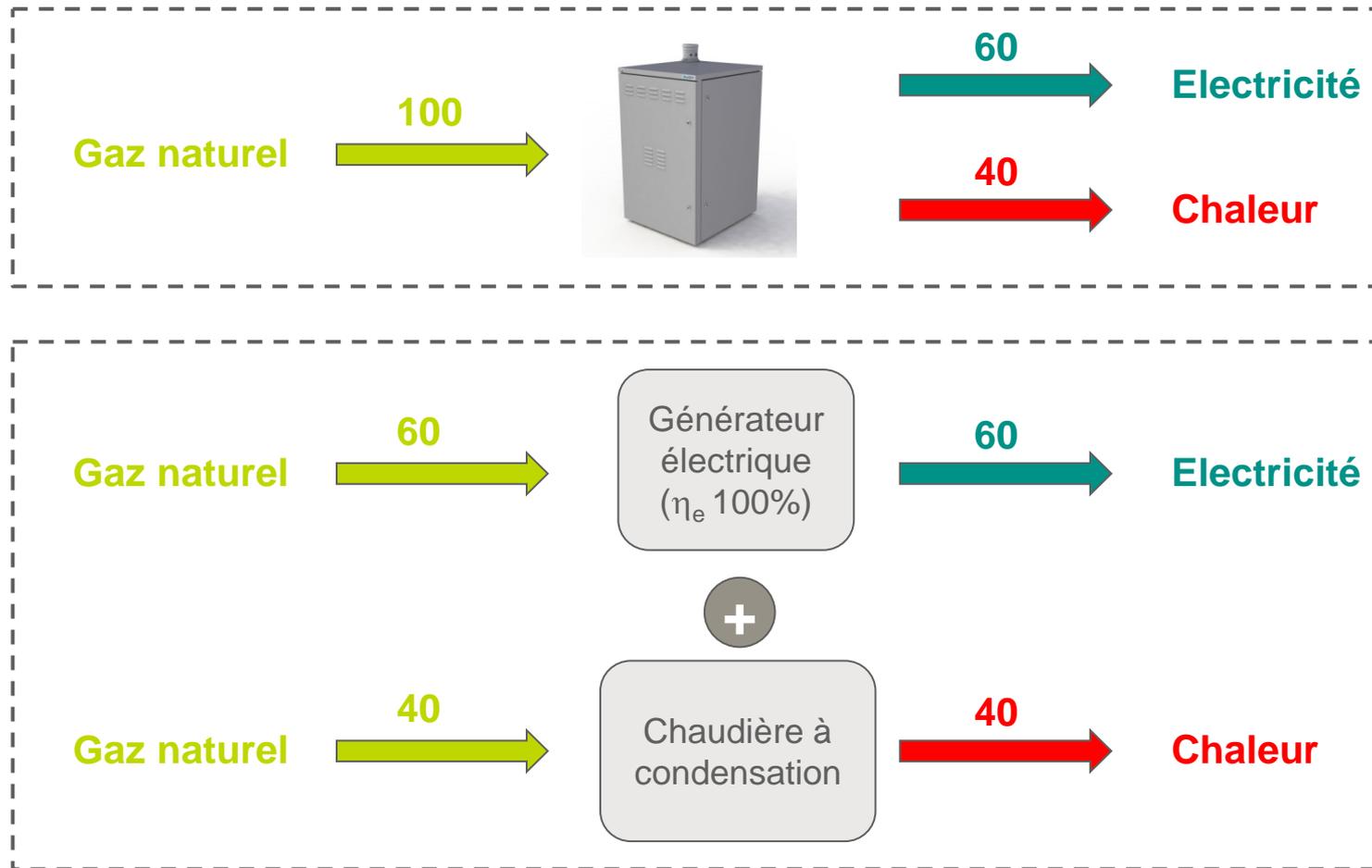
La cogénération : production simultanée d'électricité et de chaleur au gaz naturel

- efficacité énergétique en limitant la consommation d'énergie primaire
- limiter les phénomènes de pointe électrique
- production locale d'électricité au prix du gaz naturel

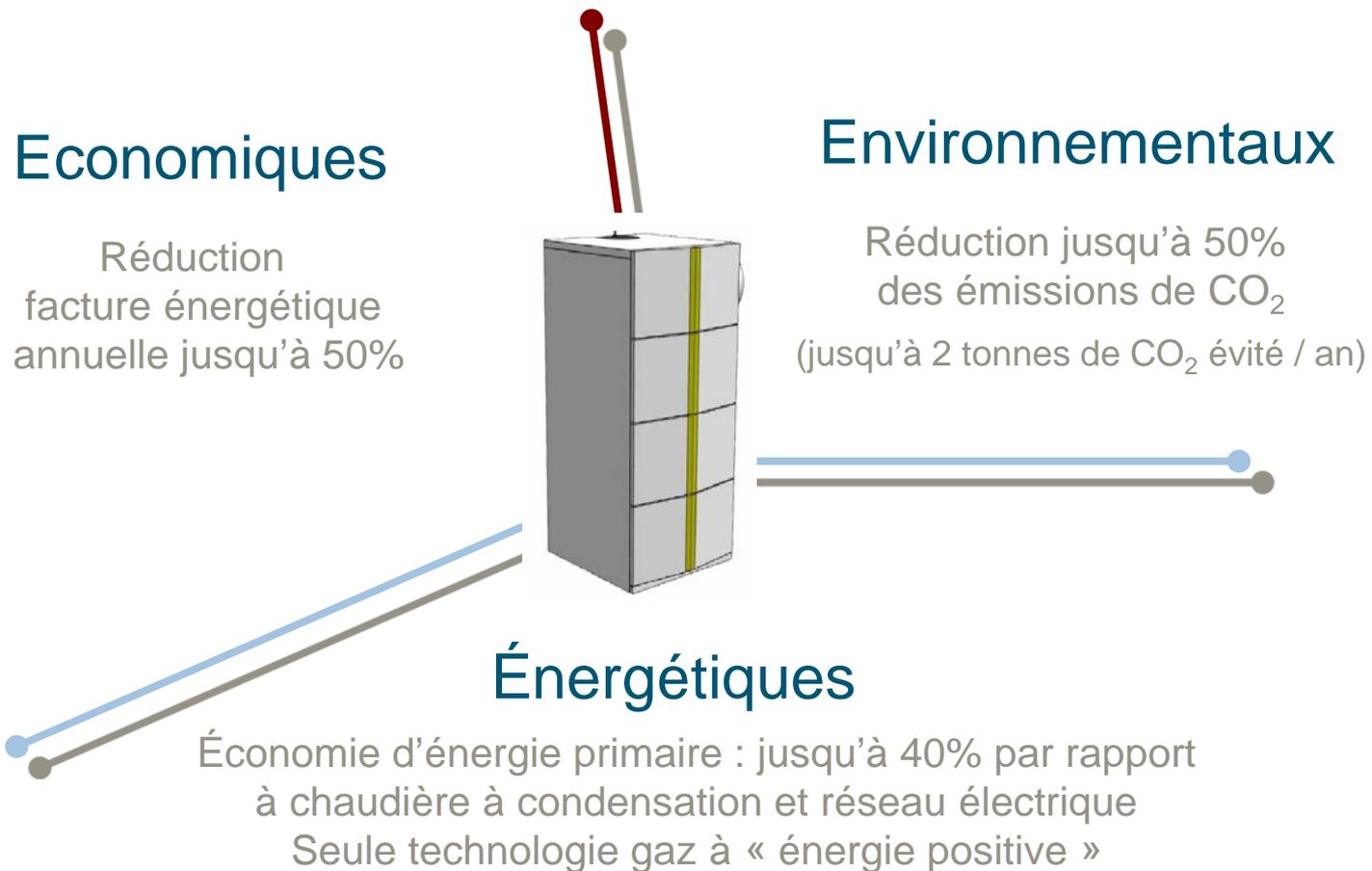
Piles à combustible : rendement électrique record jusqu'à 60%, sans émissions de polluants



■ La cogénération : générateur électrique « virtuel » avec un rendement de 100%



■ Les bénéfices de l'écogénérateur



■ L'ÉTAT DU DÉVELOPPEMENT DANS LE MONDE

■ Les piles à combustible : une réalité commerciale au Japon et un marché prometteur à court-terme en Europe

Le Japon : commercialisation ENE FARM

- 22'000 unités vendues depuis 2009
- 10'000 unités depuis avril 2011

L'Europe est en phase de **démonstration**, avec en tête l'Allemagne et le programme CALLUX (800 systèmes installés d'ici 2015)

Projet Européen ENE FIELD : 1000 systèmes entre 2012 et 2015

Les Etats-Unis ne considèrent que très peu la micro-cogénération et se focalisent sur des systèmes de plus forte puissance, alimentés par du gaz naturel et à terme avec un gaz issu de la gazéification du charbon avec capture du CO₂.



Perspectives :

- Japon : 50'000 à 100'000 unités installées/an d'ici 2015-2020
- Europe : début de commercialisation entre 2014-2015
- jusqu'à 10% du marché des chaudières en 2020

■ Les piles à combustible au Japon : une réalité commerciale unique au monde

Des performances inégalées sur des systèmes commerciaux :

- rendement électrique de 35 à 45% (sur PCI du gaz naturel)
- rendement global de 85 à 94% (sur PCI du gaz naturel)
- modulation de la puissance électrique de 30 à 100% de la puissance nominale
- suivi de la charge électrique du logement (1 à 2 W/s)
- durée de vie actuelle de 40 000 à 60 000h soit plus de 10 ans
- tenue aux cycles de marche/arrêt : > 4 000 cycles (PEM) et >300 (SOFC)
- Temps de démarrage à froid 1,5h (immédiat à chaud)

Une commercialisation depuis mi-2009

- 22 000 systèmes installés à fin octobre 2011, (10 000 en 6 mois)
- Système vendu à environ 25 000€ au client final par le gazier
 - Le client bénéficie d'une aide de l'état de l'ordre de 10 000€
 - Le gazier associe la vente du système à un tarif spécial du gaz (-25%) et la maintenance du système sur 10 ans

- L'ensemble des acteurs, pouvoirs publics inclus, croient au potentiel de la cogénération pour réduire au global les consommations d'énergie primaire et les émissions de CO₂
- Les prix des énergies élec et gaz sont très favorables à l'introduction de la cogénération. Dans la région de Tokyo, pour un client résidentiel
 - Prix du gaz ~ 10 c€/kWh
 - Prix de l'élec ~ 21,5 c€/kWh
 - **Δ élec-gaz ~2 fois plus élevé qu'en France**
- Une qualité du gaz favorable aux piles à combustible
- Un obstacle pour la micro-cogénération : interdiction d'exporter de l'électricité sur le réseau -> systèmes avec capacité de suivi de charge
- Avant « Fukushima » : piles pour clients soucieux de l'environnement
- Après « Fukushima » : inquiétude de black-out, clients « égoïstes » voulant une autonomie du réseau

■ ENE-FARM : une avance du Japon considérable sur les autres acteurs

Japon : 25 000 unités installées depuis 2005, dont :

3307 unités installées entre 2005 et 2008 en démonstration sur sites

22 000 unités vendues depuis mai 2009 en tant que produit commercial

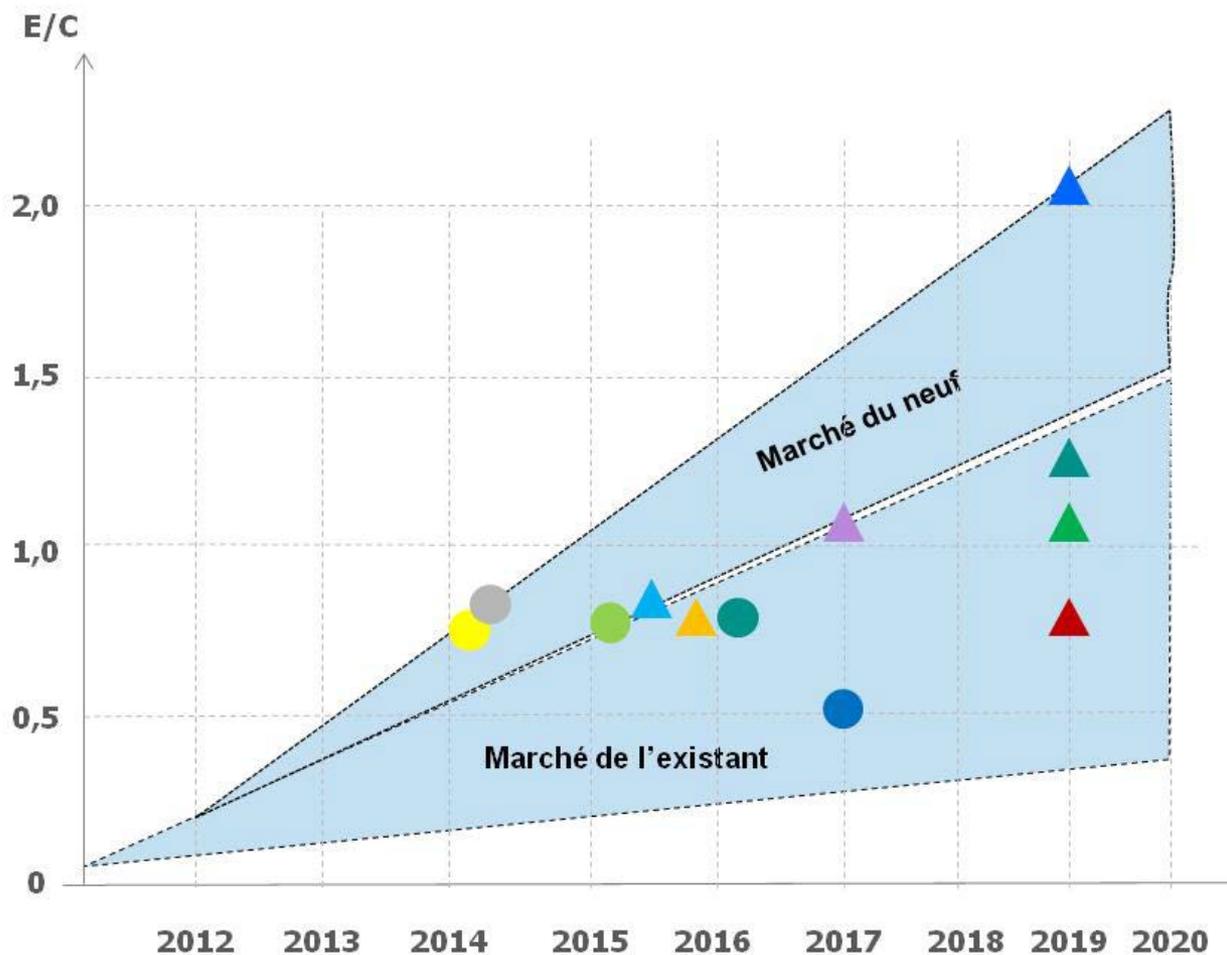
Europe : une centaine d'unités installées à ce jour, en phase de démonstration

Projet CALLUX en Allemagne : 200 unités depuis juillet 2008 (800 en 2015)

Projet européen ENE FIELD : 1000 unités installées entre 2012 et 2017

	Pays	Type Pile	Rend. Elec.	P élec (W)	Unités installées	Durée vie pile
PANASONIC	Japon	PEMFC	40%	750	> 10 000	10 ans
TOSHIBA	Japon	PEMFC	37%	700	> 6 000	10 ans
BAXI INNOTECH	Allemagne	PEMFC	32%	1000	>60	2-3 ans
ENEOS	Japon	SOFC	45%	750	>200	6 à 10 ans
CFCL	Australie	SOFC	60%	1500	<10	1 à 2 ans
HEXIS	Suisse	SOFC	30%	1000	>50	1 à 2 ans

■ « Feuille de Route » des acteurs dans le secteur résidentiel



■ Quelques exemples de systèmes



Toshiba PEFC



PANASONIC PEFC



ENEOS CELLTECH SOFC



CFCL BlueGen SOFC



CERAMIS POWER
DE DIETRICH
SOFC



BAXI INNOTECH PEFC



HEXIS SOFC

■ ZOOM SUR QUELQUES ACTIVITÉS MARQUANTES GDF SUEZ

■ Ecogénérateur De Dietrich Thermique – CFCL “CERAMIS POWER”

Résultat de la collaboration entre :

- CERAMIC FUEL CELLS LTD., fabricant de piles à combustible australien
- DE DIETRICH THERMIQUE (groupe BDR Thermea)
- GDF SUEZ CRIGEN

**Ecogénérateur intégrant une pile SOFC
de $2kW_e$ et une chaudière à condensation**

Rendement électrique record de 60%

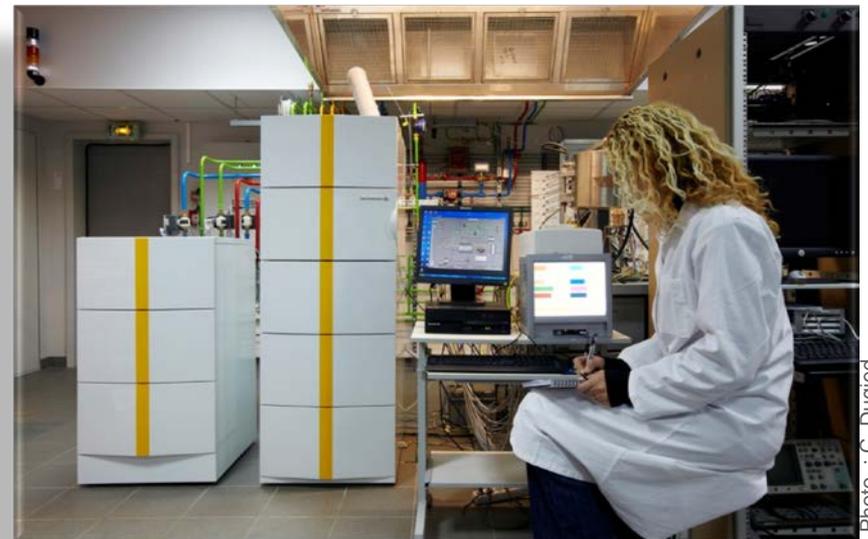


Photo : C. Dugied

■ Présentation du “Beta 0” de De Dietrich Thermique – CFCL



**Ballon ECS de
200L**

Chaudière à condensation

Traitement eau

**Pile à combustible, avec
désodorisation du gaz naturel
et onduleur électrique**



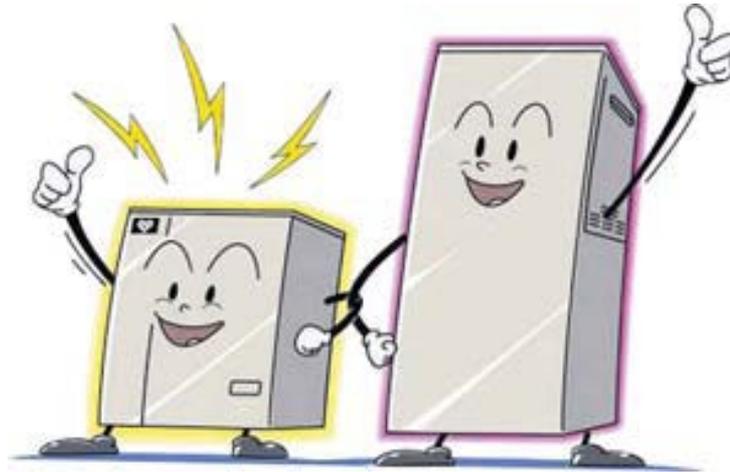
Photo : C. Dugjied

■ Couplage écotogénérateur et véhicule électrique

Pile à combustible CFCL installée au CRIGEN dans un pavillon expérimental (test de vieillissement et de marche/arrêt)

Véhicule électrique rechargé sur le même réseau





Merci pour votre attention !

Place à vos questions !