
Les technologies majeures pour la transition énergétique

15 février 2018

Bernard BLEZ, Directeur ENGIE Lab Crigen (Paris)



LES CHIFFRE CLES *



Carte
d'identité



153 090
collaborateurs
dans le monde entier



Des activités dans
70 pays



Chiffre d'affaires
66,6 milliards d'€

EBITDA
10,7 milliards d'€



16 milliards d'€
d'investissements de croissance
sur la période 2016-2018 dont
1 milliard dans l'innovation et
le digital

* Chiffres au 31 décembre 2016

Nos 3 grands domaines d'activité

ENGIE s'appuie sur sa large expertise et des positions internationales solides dans les domaines de **l'électricité**, du **gaz naturel** et des **services énergétiques**.

Le Groupe se concentre sur trois activités :



**PRODUCTION
D'ÉLECTRICITÉ PEU
ÉMETTRICE DE CO₂**

**La production
d'électricité
principalement à partir
de sources peu
émettrices de CO₂ (ENR,
thermique contracté)**



**INFRASTRUCTURES
GLOBALES**

**Le développement et la
gestion d'infrastructures
gazières**



SOLUTIONS CLIENTS

**Les solutions et services
pour les clients
résidentiels, les clients
professionnels, les
entreprises, les villes et
les territoires**

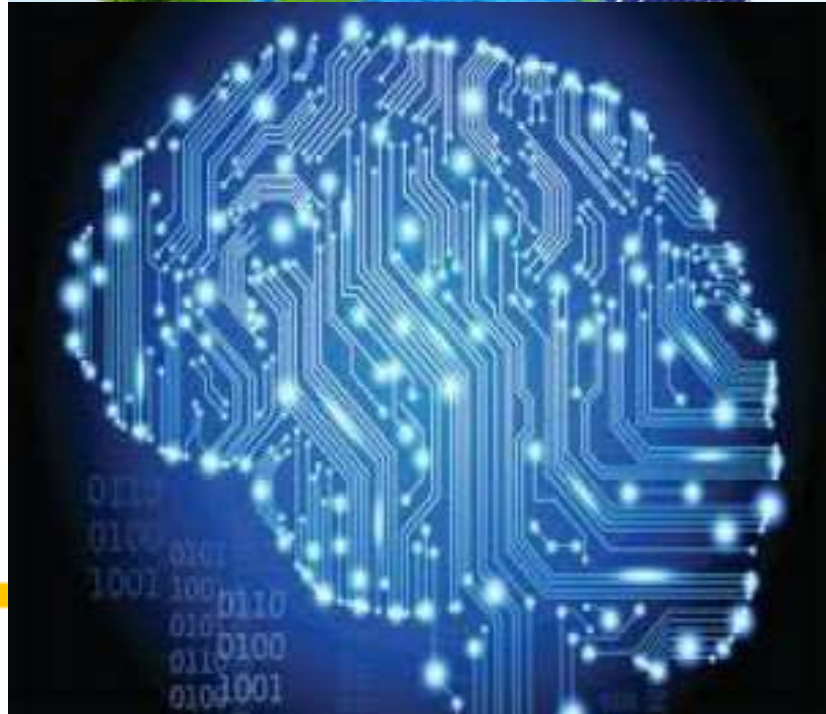
Les 3 grands enjeux de la transition énergétique pour ENGIE : les 3D

- Décentralisation
- Décarbonisation
- Digitalisation

02

Les technologies pour la transition énergétique : l'imagination au pouvoir !

- Le solaire et le stockage
- Les gaz verts
- L'énergie à la maison



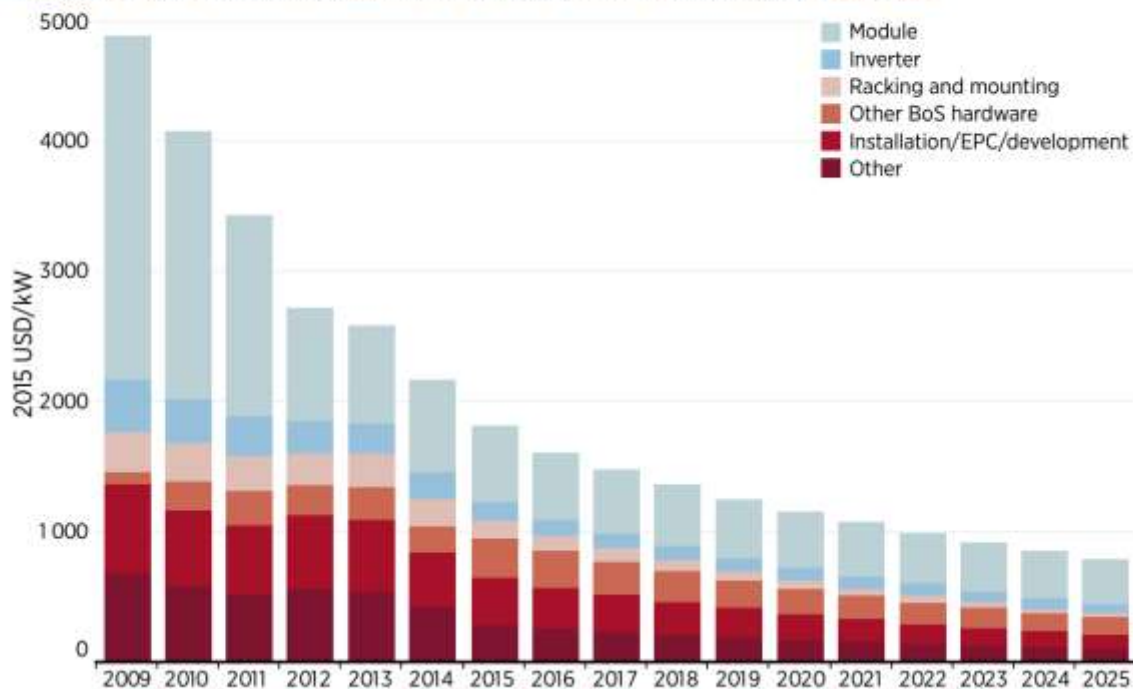
2.1

Le Solaire et le Stockage
d'Énergie : deux domaines
en ébullition !



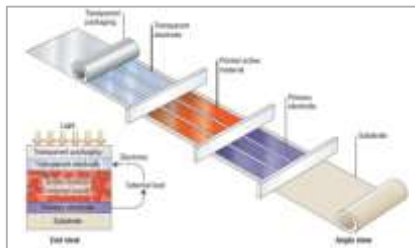
L'énergie solaire toujours plus compétitive...

FIGURE ES 1: GLOBAL WEIGHTED AVERAGE UTILITY-SCALE SOLAR PV TOTAL INSTALLED COSTS, 2009-2025



Le solaire photovoltaïque organique

Le solaire photovoltaïque organique connaît des développements intéressants, complémentaires du PV⁽¹⁾



Caractéristiques	PV	OPV ⁽²⁾
Transparence	Aucune	Élevée (30 to 50%)
Attirance pour l'utilisateur	Faible	Élevée
Durée de vie (années)	30	25
Efficacité	18 (max 25)	6 (max 12) (16 en 2020)
Poids	Élevé (12 kg/m²)	Faible (500 g/m²)
LCOE objectif (2025) – €/MWh	40	20
Coût du produit	500 €/kWp	500 €/kWp

(1) Photovoltaïque
(2) Photovoltaïque Organique



Le solaire à concentration (CSP)

	Parabolic trough	Central receiver tower	Linear Fresnel trough
			
Global in operation (under construction)	3,500 MW 700 MW	500 MW 211 MW	50 MW 64 MW
Land use	2.5 ha/Mwe	3.5 ha/Mwe	2.3 ha/Mwe
Typical project size	50-100Mwe	50-100Mwe	30-50Mwe
FLEOH	Plant design can integrate storage. Ranging from 2000 h/yr to 6500 h/yr.		
Operating temperatures	390°C	565°C	530°C
Preferred Heat Transfer Fluid (HTF)	Oil / molten salt	Molten salt or steam	Steam
Thermal Energy Storage (TES)	2-tank molten salt	2-tank molten salt or steam tank	Steam drums (intermittent storage)
Advantages	Operational since 80's	Molten salt HTF + TES proven	Fixed tubes & flat mirrors
Drawback	Max Temp of 400°C Moving absorber tube	Max ~ 200 Mwe High accuracy sun tracking	No long storage solution No long-scale track record
Applications beyond SEG (Solar-only electricity generation)	Integrated Solar Combined Cycle (ISCC)	Direct Steam Generation (DSG)	Solar add-on



Tour solaire

Tractebel en Afrique du Sud



Parabolique

Projet Kathu en Afrique du Sud

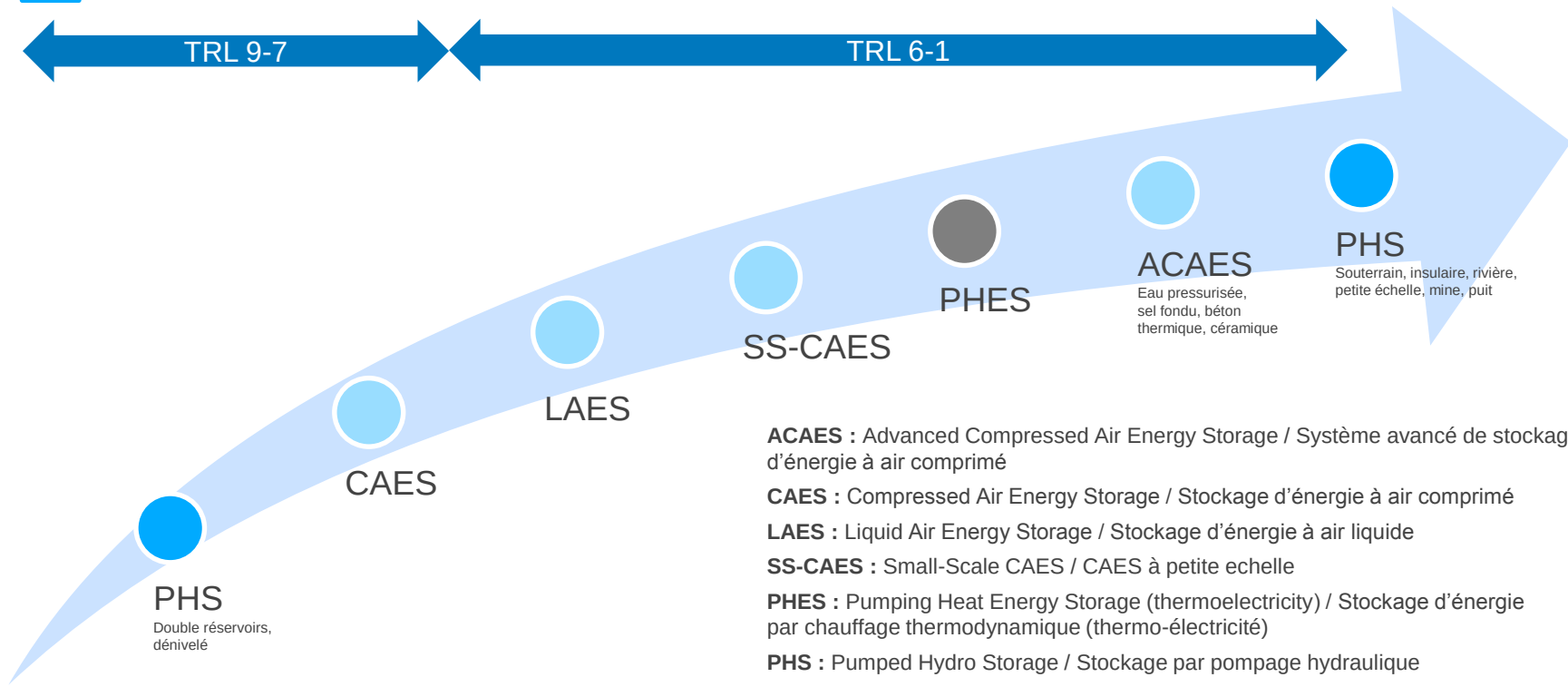


Fresnel

Projet de recherche au Chili

Stockage de l'énergie (1/4)

En dehors des batteries, une grande diversité de solutions potentiellement intéressantes



ACAES : Advanced Compressed Air Energy Storage / Système avancé de stockage d'énergie à air comprimé

CAES : Compressed Air Energy Storage / Stockage d'énergie à air comprimé

LAES : Liquid Air Energy Storage / Stockage d'énergie à air liquide

SS-CAES : Small-Scale CAES / CAES à petite échelle

PHEs : Pumping Heat Energy Storage (thermoelectricity) / Stockage d'énergie par chauffage thermodynamique (thermo-électricité)

PHS : Pumped Hydro Storage / Stockage par pompage hydraulique

TRL : Technology Readiness Level

Stockage de l'énergie (2/4)

Stockage par air comprimé (CAES)

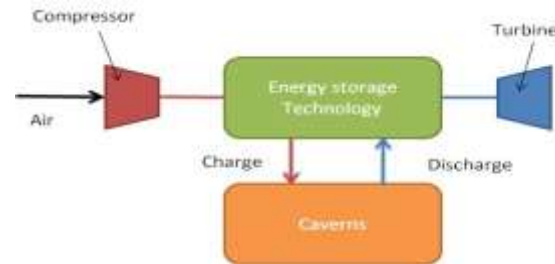
Le process

Mode de stockage d'énergie :

- Compression de l'air (d'où augmentation de température)
- Refroidissement de l'air (en stockant la chaleur résiduelle)
- Injection de l'air comprimé dans une caverne

Mode de production d'électricité :

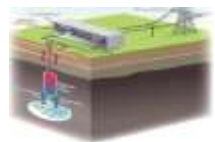
- Extraction de l'air comprimé de la caverne
- Réchauffement de l'air comprimé (via la chaleur de compression stockée)
- Détente de l'air comprimé via turbine pour produire de l'électricité



4h < durée < 100h

Stockage intraday, journalier, hebdo

Grande échelle (> 10 MW)



- Adiabatic CAES
- Efficiency ~70%
- TRL 3
- No Greenhouse gas emission
- Salt cavern & mining cavern



- Liquid CAES (with or without heat storage)
- Efficiency : 40% to 70%
- TRL 5 (IET-CAS) & TRL 7 (Highview)
- Liquid Air Storage (no geographical constraints)

Petite échelle (<1 MW)



- Isothermal CAES (injection of fluid during compression / expansion)
- Efficiency ~70%
- TRL 9 (GSX Energy Power) & TRL 5 (LightSail Energy Power)
- Limited to 2MW unit (but aggregation could be feasible)
- Piping, tank, salt cavern & mining cavern

Stockage de l'énergie (3/4)

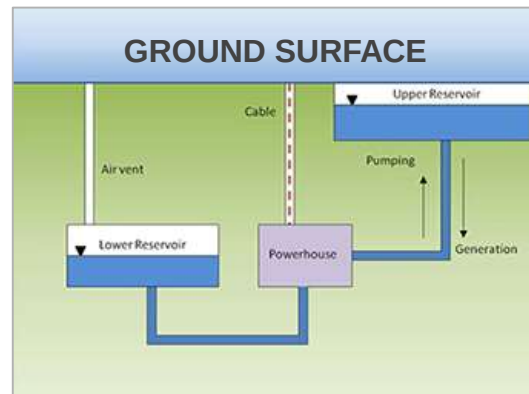
Stockage par pompage hydraulique

Stockage d'eau à l'intérieur du mât d'une éolienne



GE et Max Bögl ont installé la plus grande éolienne du monde intégrant le stockage par pompage hydraulique : la première centrale combinée de ce type

Pompage hydraulique souterrain



Source: University of Colorado at Boulder

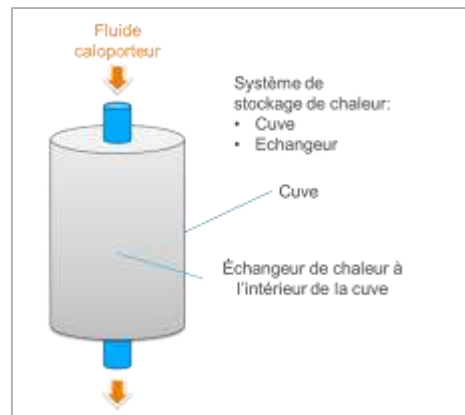
ENGIE Lab est impliqué dans le projet SMARTWATER, en Belgique, qui cherche à donner une seconde vie à des carrières épuisées. Des travaux sont en cours en Allemagne (mines épuisées) et en France (Bretagne)

Stockage de l'énergie (4/4)

Stockage thermique



EnergyNest a développé un conteneur de stockage de 500kWh à Mazdar, en place depuis 2015. Ce béton particulier permet une température interne pouvant varier de 200°C à 600°C



ENGIE Lab teste un stockage thermique pilote de 500kWh basé sur un matériau à changement de phase (solide-liquide) développé par un groupe chimiste. Le changement de phase se fait autour de 130°C

2.2

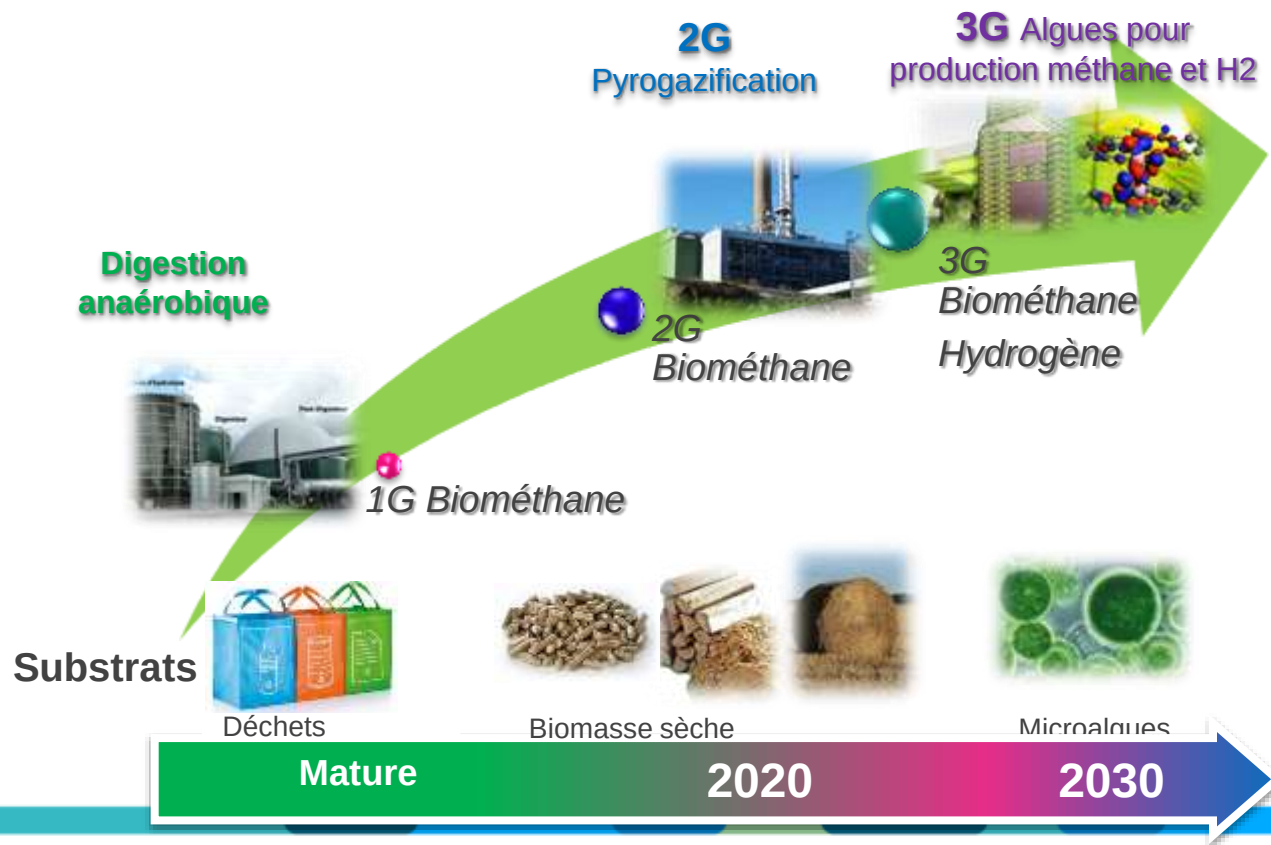
La révolution des Gaz Verts



Le Biométhane : une énergie renouvelable locale abondante et porteuse de développement pour les territoires

- Des ressources abondantes (déchets, résidus forestiers) partout dans le monde
- Des ressources valorisables localement (collecte dans un rayon de 100 km typiquement)
- Des créations d'emplois locaux (difficilement délocalisables)

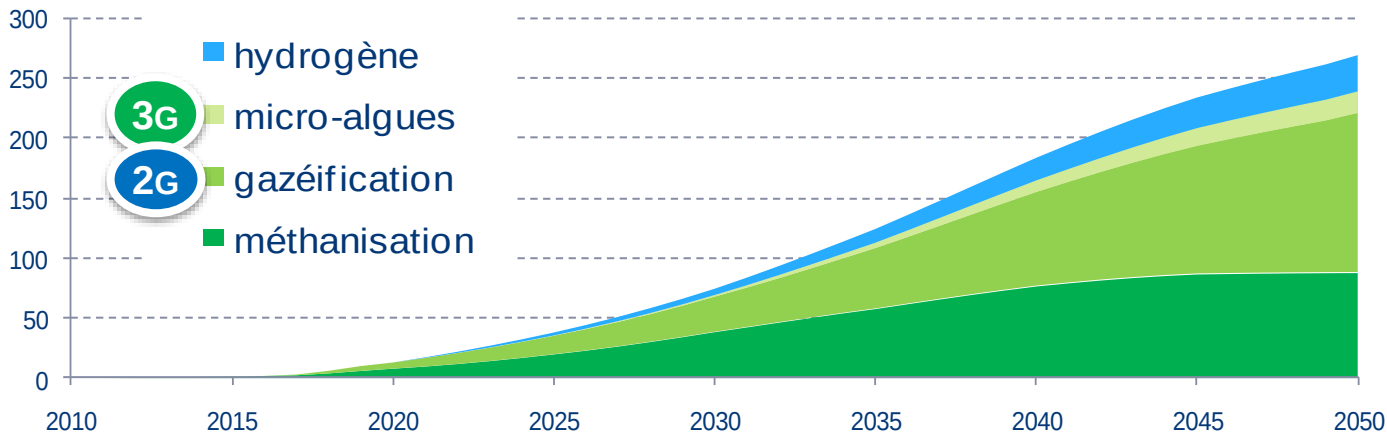
Le Biogaz : panorama général



En 2050, la majorité du gaz circulant dans les réseaux en France pourrait être d'origine renouvelable

Scénario ADEME : 14% de « gaz vert » dans le réseau en 2030 et 56% en 2050

Injection de gaz renouvelables dans le réseau de gaz (en TWh injectés par an)



Source ADEME

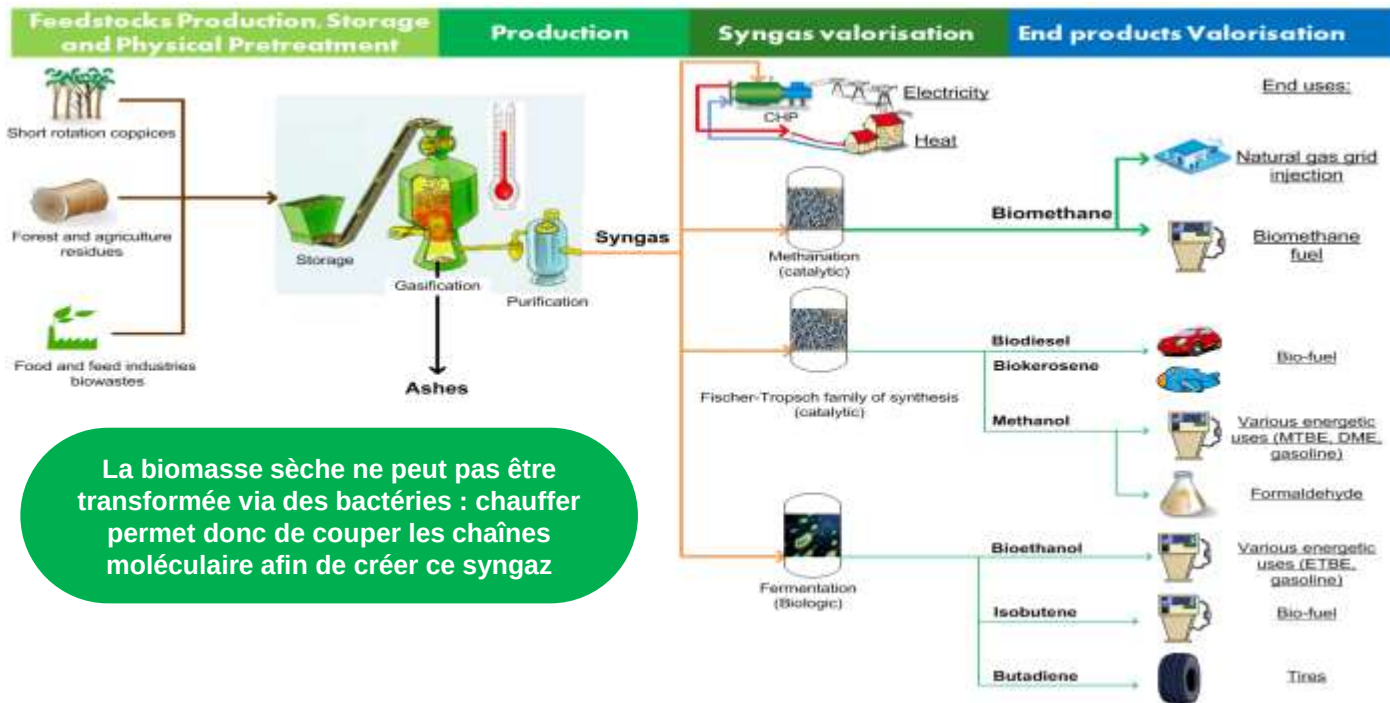
Hors cultures dédiées et sans compétition avec l'usage de ressources alimentaires

Biogaz 2^{ème} génération (1/2)

Zoom sur les nouveaux gaz verts

La gazéification est une technologie alternative utilisée pour produire un syngaz qui peut ensuite être transformé en biométhane ou d'autres produits

La biomasse sèche ne peut pas être transformée via des bactéries : chauffer permet donc de couper les chaînes moléculaire afin de créer ce syngaz



Biogaz 2ème génération (2/2)

Zoom sur le projet GAYA à St FONS

R&D
Lab Concept

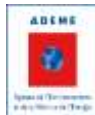
Pilote R&D

2019

>2020

Industrialisation

- Budget de 60 M€ dont 18,7 M€ de subventions ADEME
- 1 plateforme de démonstration R&D à St Fons
- 11 partenaires



ÉCOLE DES MINES D'ALBI

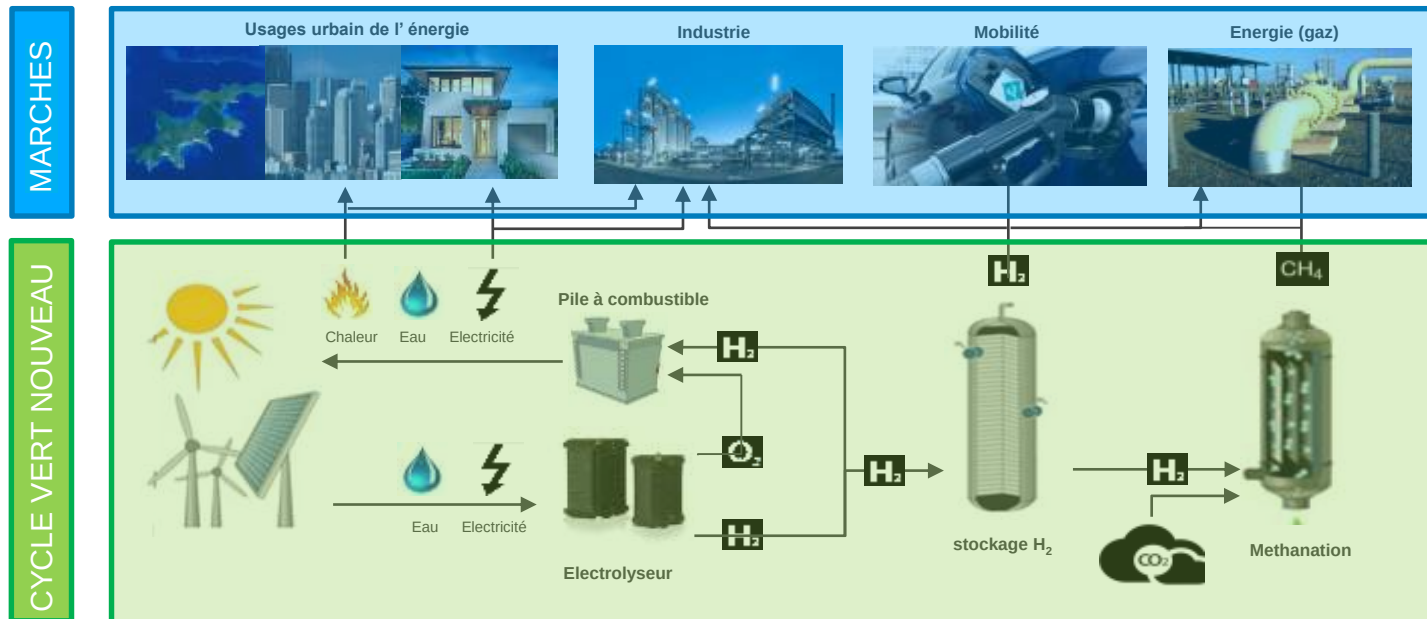


L'hydrogène : un vecteur énergétique prometteur pour les territoires...

- C'est un vecteur énergétique totalement décarboné !
- Qui peut être produit à partir d'énergies renouvelables (électrolyse)
- Qui est facilement stockable et transportable
- Qui peut se re-transformer en électricité et en méthane
- Qui peut être utilisé directement pour des applications en mobilité verte, en résidentiel/tertiaire, dans l'industrie, pour stocker les énergies renouvelables intermittentes, pour optimiser la gestion des réseaux (smart grids)

... mais des modèles économiques encore à inventer → importance des projets démonstrateurs

L'hydrogène : un nouvel écosystème énergétique



L'hydrogène au cœur de l'écosystème énergétique d'un territoire



Le marché de l'hydrogène vert : déjà une réalité

Industrie



Production sur site d'hydrogène par électrolyse pour les industriels (ENGIE Cofely- offre EffiH2)

Offre packagée avec services additionnels :

- Récupération de chaleur et valorisation d'oxygène
- Flexibilité, logistique

Référence :

- Fourniture d'H2 pour le CEA et station à proximité (PUS Minatech. Grenoble)



EffiH2 Solution

Mobilité



Marché des flottes : opportunité pour les véhicules à fortes contraintes opérationnelles

- Marché émergent lié au besoin de réduire l'impact environnemental du transport
- Synergies avec le marché de l'industrie (clusters régionaux)

Référence :

- 1ère station H2 opérée par ENGIE à Lyon dans le cadre du projet HyWay



H2 Energie



Solution de stockage et vecteur énergétique pour les systèmes non raccordés et les sites isolés

En substitution à la génération d'électricité à base d'hydrocarbures, par de la production renouvelable associée à du stockage H2

Marché émergent

- Production neutre pour l'environnement
- Pertinente pour les sites isolés

Référence:

- Démonstrateurs P2G : GRHYD à Dunkerque et Jupiter 1000 à Fos



Hydrogène et couplage avec d'autres énergies : les démonstrateurs et pilotes d'ENGIE



Projet Ghryd (Power-to-gas)

Production d'hydrogène pour l'injecter dans les réseaux de gaz naturel (mélange avec du méthane) ; test en milieu urbain (maisons, bâtiments et mobilité)



Projet Européen Enefield

Test de plus de 1000 piles à combustible dans 6 pays Européens



Projet Jupiter

Production d'hydrogène pour injection dans le réseau de transport de gaz et production de méthane à partir d'émission CO_2 de la zone industrielle de Fos

Projet REIDS (micro-réseau)

Micro-réseau multi-énergie et multifluide à base d'énergies renouvelables pour les îles tropicales (Singapour)



2.3

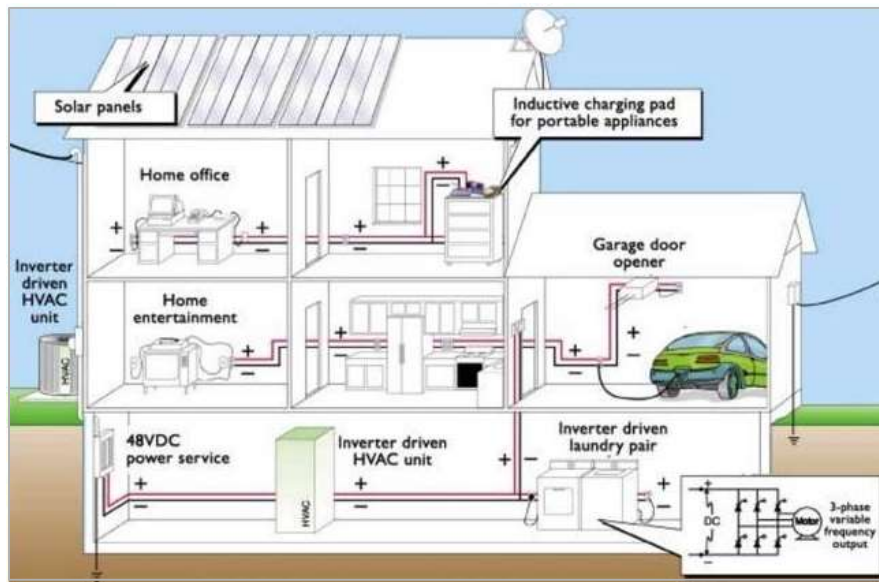
L'énergie à la maison :
Ça bouge aussi !

ENGIE



Le courant continu dans les maisons en 2025 ?

L'utilisation de l'électricité dans la maison évolue en faveur du courant continu (CC) basse tension



The digital home. (Photo: Epr)

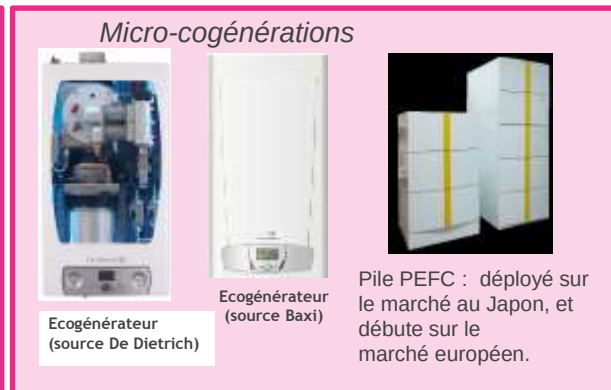
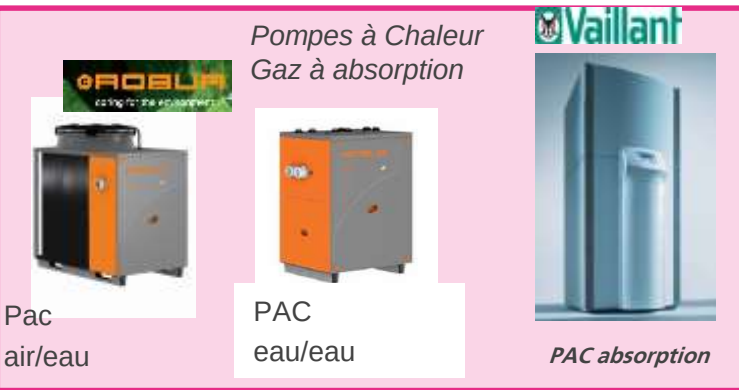


Beaucoup d'énergie est perdue lors de la conversion du courant alternatif (CA) en CC

<http://www.treehugger.com/>

- De plus en plus de maisons sont équipées de panneaux photovoltaïques et sans doute à l'avenir de batteries stockant l'électricité, encore une fois en courant continu
- Peu d'équipements, tels les moteurs, les compresseurs de réfrigérateurs ou encore les climatiseurs, requerront encore du courant alternatif ainsi qu'une étape de conversion ; cependant d'autres solutions existent (comme le Variateur de Fréquence Standard)

Des solutions énergétiques diversifiées pour les bâtiments à haute performance énergétique (Gaz naturel et hybrides)



Le Peer to peer de l'énergie et les Communautés énergétiques : un nouveau modèle rendu possible par les technologies digitales



Les installations PV sont financées collectivement
(**Crowdfunding**)

Les Clients peuvent acheter et vendre leur énergie PV
(**Energy Community**)

Des transactions sont tracées et certifiées par Sungie™
(**Blockchain**)

