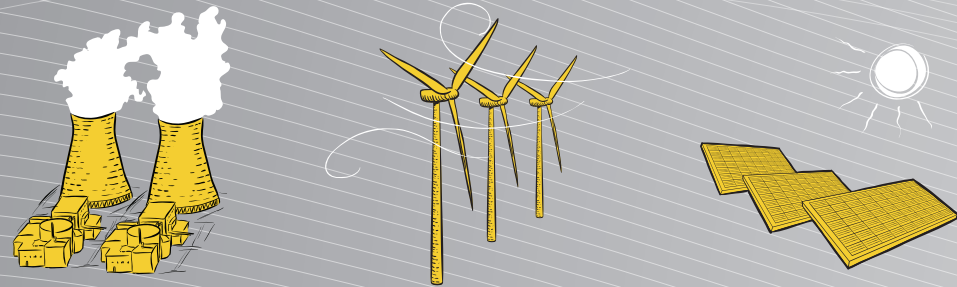


# Le Power to gas

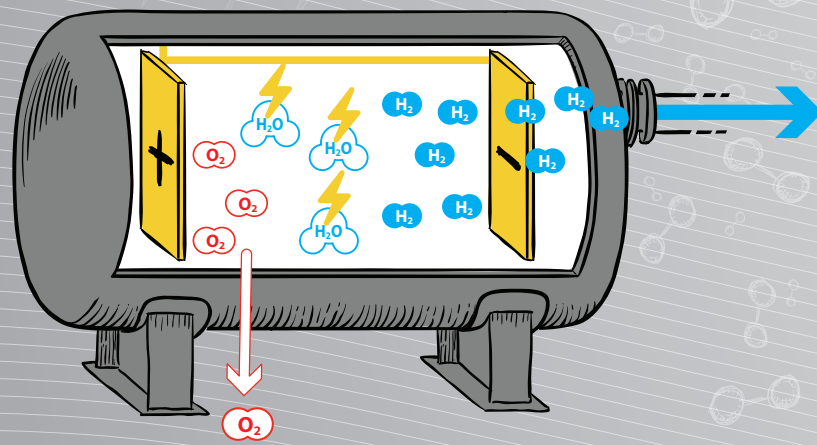
## PRINCIPE

Le Power to gas consiste à convertir de l'électricité (power) en gaz (gas). Plus précisément il s'agit d'utiliser de l'électricité décarbonée (nucléaire et renouvelable) pour produire, par électrolyse de l'eau, de l'hydrogène qui lui-même peut être converti en méthane de synthèse. Ces gaz sont stockés ou injectés dans le réseau de gaz naturel, puis utilisées dans différents secteurs (mobilité/transport, résidentiel/tertiaire, industrie).



### Électrolyse : de l'électricité à l'hydrogène

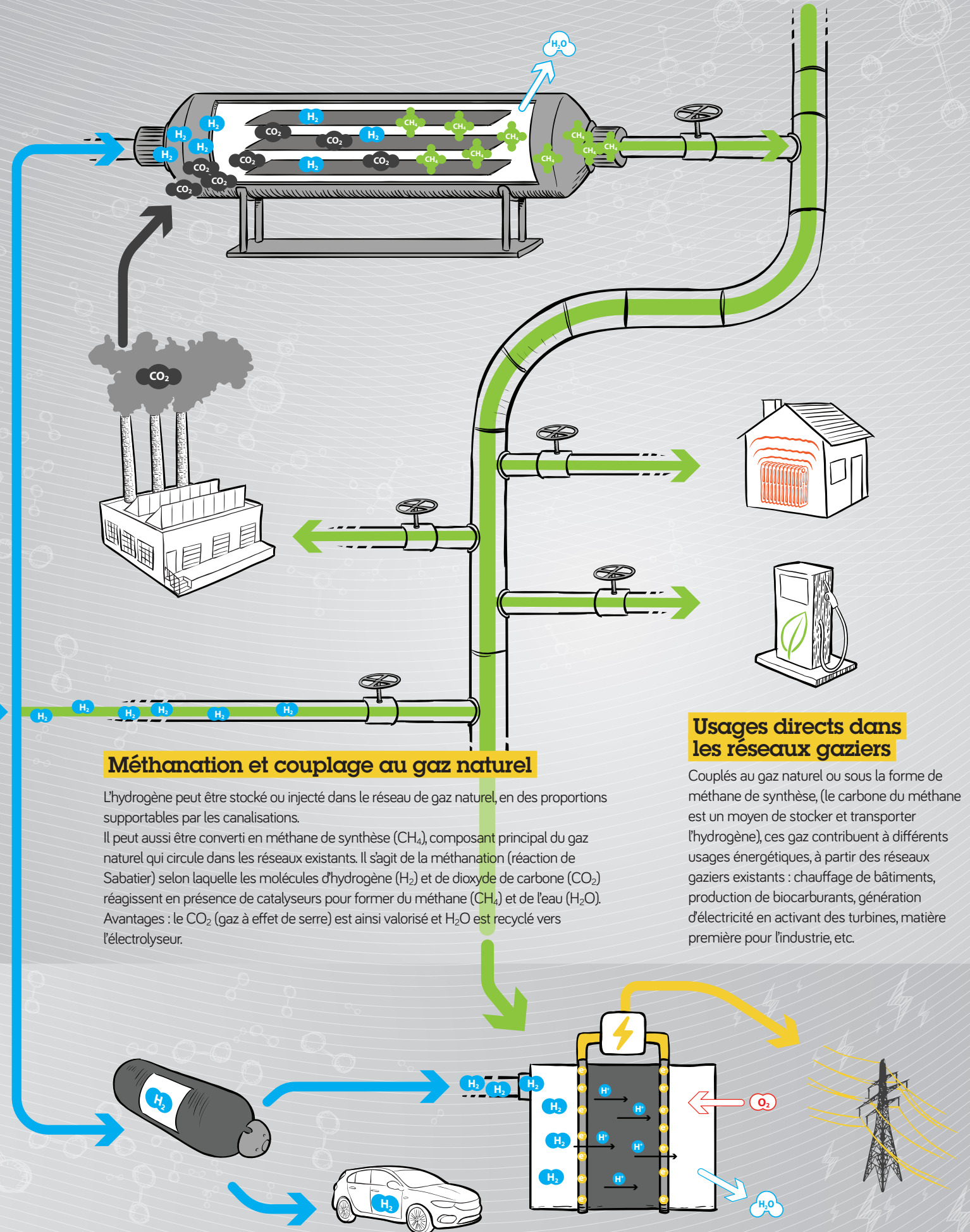
L'électricité décarbonée (nucléaire et renouvelable) est utilisée pour alimenter un électrolyseur. Cet appareil met en œuvre une réaction d'électrolyse de l'eau : à l'anode, l'eau ( $H_2O$ ) est dissociée sous l'effet du courant électrique en formant de l'oxygène ( $O_2$ ) et des ions  $H^+$  ; à la cathode, les ions  $H^+$  se recombinent et forment de l'hydrogène ( $H_2$ ). Cet hydrogène est dit « vert » quand il est obtenu à partir d'énergie décarbonée.



### Le Power to mobility et le Power to power sont d'autres usages du Power to gas

**Power (électricité) to mobility (mobilité) :** l'hydrogène est stocké dans des réservoirs haute pression pour être utilisé par exemple dans des véhicules électriques à hydrogène, des véhicules GNV ou dans des stations de recharge.

**Power (électricité) to power (réseau électrique) :** l'hydrogène est directement injecté dans une pile à combustible (PAC) – tout comme le méthane de synthèse qui peut être traité dans des PAC haute température de type SOFC – pour générer de l'électricité : dans la PAC, l'hydrogène se dissocie en ions  $H^+$  et en électrons lesquels, circulant, forment un courant électrique.



### Méthanation et couplage au gaz naturel

L'hydrogène peut être stocké ou injecté dans le réseau de gaz naturel, en des proportions supportables par les canalisations. Il peut aussi être converti en méthane de synthèse ( $CH_4$ ), composant principal du gaz naturel qui circule dans les réseaux existants. Il s'agit de la méthanation (réaction de Sabatier) selon laquelle les molécules d'hydrogène ( $H_2$ ) et de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) réagissent en présence de catalyseurs pour former du méthane ( $CH_4$ ) et de l'eau ( $H_2O$ ). Avantages : le  $CO_2$  (gaz à effet de serre) est ainsi valorisé et  $H_2O$  est recyclé vers l'électrolyseur.

### Usages directs dans les réseaux gaziers

Couplés au gaz naturel ou sous la forme de méthane de synthèse, (le carbone du méthane est un moyen de stocker et transporter l'hydrogène), ces gaz contribuent à différents usages énergétiques, à partir des réseaux gaziers existants : chauffage de bâtiments, production de biocarburants, génération d'électricité en activant des turbines, matière première pour l'industrie, etc.

TOUT  
S'EXPLIQUE



© Michal Krakowiak, Gettyimages

## Les premiers démonstrateurs du *Power to gas* sortent de terre...

### Le projet Jupiter 1000

Premier démonstrateur préindustriel *Power to gas* raccordé au réseau de transport de gaz français, Jupiter 1000 est un projet piloté par GRT Gaz. Lancé en 2016, sa première pierre a été posée à Fos-sur-Mer en décembre 2017. Il vise à étudier les performances d'une unité complète, à évaluer des modèles économiques du *Power to gas* et à faire émerger une nouvelle filière française de production de gaz renouvelable à l'horizon 2030.

Le CEA participe à cette aventure en apportant notamment ses compétences sur le processus de méthanation. Celui-ci consiste à coupler de l'hydrogène (produit à partir d'énergies renouvelables) avec du dioxyde de

carbone (recyclé des fumées des usines) pour produire du méthane de synthèse, lequel circule parfaitement dans les réseaux gaziers actuels car entrant dans la composition du gaz naturel. Le CEA avait développé une technologie générique de réacteur-échangeur compact de méthanation dès 2013 et l'a transféré à la société Atmostat qui fait également partie du consortium Jupiter 1000.

La première injection d'hydrogène et de gaz de synthèse devrait avoir lieu, respectivement fin 2018 et courant 2019, ouvrant la voie à une expérimentation taille réelle qui devrait durer trois ans.

### Le projet Grhyd

Lancé en 2013 à Dunkerque et piloté par Engie, le projet Grhyd évalue également la pertinence technico-économique du *power to gas* pour deux types d'usages : l'habitat et le transport.

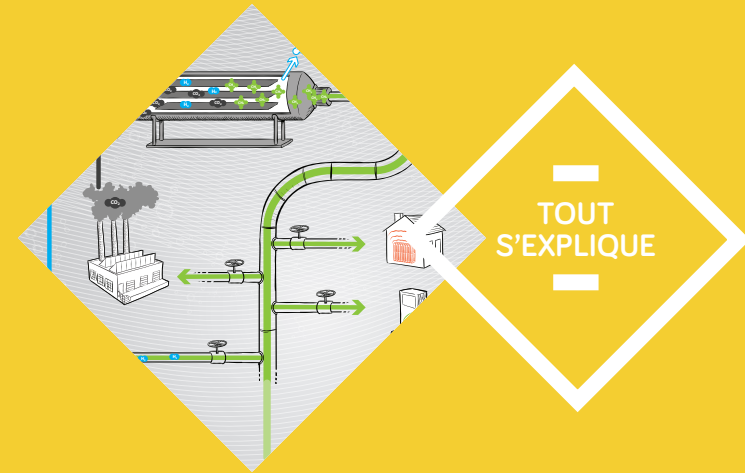
Le premier volet, opérationnel depuis fin 2017, consiste à alimenter un nouvel écoquartier d'environ 200 logements par un mélange d'hydrogène et de gaz naturel. Si la production électrique de ce quartier est d'origine renouvelable, stockée via l'hydrogène dans le réseau de gaz naturel, l'installation sera en réalité connectée à un

algorithme du CEA simulant l'intermittence d'un parc solaire. En effet, l'enjeu principal de ce projet est surtout d'évaluer la proportion optimale d'hydrogène, *a priori* jusqu'à 20 %, à injecter dans les canalisations (neuves puisqu'il s'agit d'un nouveau quartier) afin de tester leur résistance et performance.

Le second volet concernera dès cette année le déploiement expérimental d'une flotte de 30 bus roulant à Hythane®, gaz naturel enrichi à 20 % d'hydrogène qui émet moins de CO<sub>2</sub> et de NO<sub>x</sub>, et d'une station de recharge.

© www.groupeorangevif.fr

les défis  
du cea 227



TOUT  
S'EXPLIQUE

## Le *Power to gas*

Valoriser les surplus d'énergies décarbonées (nucléaire et renouvelable) dans les réseaux de gaz actuels, afin de les stocker, les transporter et les utiliser dans différents usages : voici la promesse et les enjeux du *Power to gas*, ou la transformation de l'électricité en hydrogène ou méthane, vecteurs énergétiques d'avenir.

### ENJEUX



L'hydrogène et le méthane décarbonés, c'est-à-dire produits à partir d'énergies nucléaire ou renouvelable, sont deux vecteurs énergétiques d'avenir. Et c'est tout l'enjeu du *Power to gas*, innovation qui permet de favoriser l'insertion de ces énergies, en facilitant l'équilibrage des réseaux électriques et en valorisant les surplus de production dans les réseaux gaziers. Plusieurs applications possibles : absorption massive du surplus du système électrique, report ou évitement d'investissements locaux dans le réseau électrique, mobilité décarbonée, réseaux gaziers

décarbonés, captation et valorisation du CO<sub>2</sub> par méthanation, usages industriels de l'hydrogène et du méthane, etc.

Dans ce contexte, et fort de ces recherches et résultats sur les composants clés de ce vecteur énergétique (à savoir l'électrolyse, la pile à combustible et la méthanation), le CEA s'implique dans de nombreux projets visant l'expérimentation à l'échelle réelle de cette solution. C'est le cas des démonstrateurs Jupiter 1000 à Fos-sur-Mer et Grhyd à Dunkerque.