

## LE PLAN HYDROGÈNE RENOUVELABLE DE LA BREIZH COP

La Bretagne a pour objectif de devenir un acteur majeur de l'hydrogène renouvelable en France

Le plan Breton a pour ambition d'accélérer les transitions qu'elles soient écologique, économique, sociétale ou méthodologique.

Réalisation en 3 phases :

- **Amorçage** des écosystèmes territoriaux : 2025
- **Consolidation** du marché sous l'influence de la commande publique et de l'offre industrielle : 2030
- **Généralisation du déploiement** des infrastructures de production et de distribution pour l'offre

Elle souhaite, par conséquent, participer à l'objectif d'atteindre une **division par 4 des émissions de GES française** d'ici 2050.

Les principaux atouts de la Bretagne :

- Un **écosystème portuaire** dynamique;
- Un **potentiel de production d'électricité renouvelable** par de l'éolien offshore;
- Un **important gisement de biomasse** issue de la filière agricole.

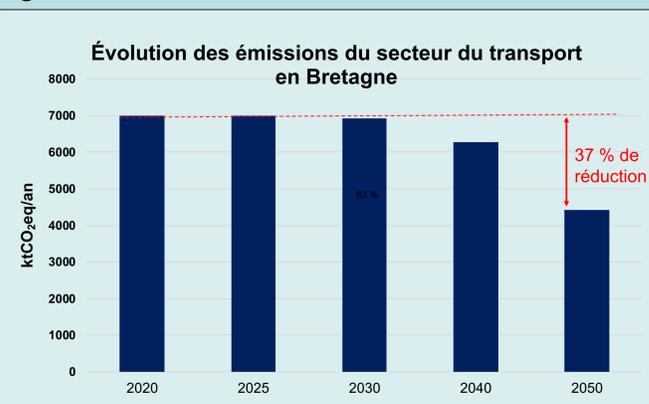
Cela inclut **38 objectifs différents** dont 4 concernent l'hydrogène. Ces objectifs sont **extraits de la feuille de route Bretonne 2030** réalisé en accords avec le conseil régional :

Description de l'objectif	Mise en œuvre
Développer de <b>nouvelles chaînes logistiques maritimes</b>	→ <b>Adaptation progressive de la flotte de véhicule et navires</b> appartenant au conseil régional jusqu'à l'horizon 2040
Faire émerger une <b>filière hydrogène renouvelable bretonne</b>	→ <b>Privilégier une approche collective</b> pour minimiser les coûts d'investissement dans cette nouvelle filière. → <b>Accompagner la recherche et le développement industriel</b>
S'orienter vers une <b>carburation plus sobre</b>	<b>Objectifs quantitatifs à atteindre d'ici 2030 :</b> → <b>8 boucles locales d'hydrogène</b> renouvelable et bas-carbone → Une première flottille de <b>10 navires pilotes</b>
Utiliser des <b>vecteurs de stockage renouvelable</b> (hydrogène, gaz naturel...)	→ <b>Hydrogène actuellement produit en majorité à partir de gaz naturel</b> : vaporeformage (fortement émettrice de CO <sub>2</sub> ) → <b>Fort potentiel pour la biomasse en Bretagne</b> (la Bretagne ne produit actuellement que 15 % de sa consommation d'électricité)

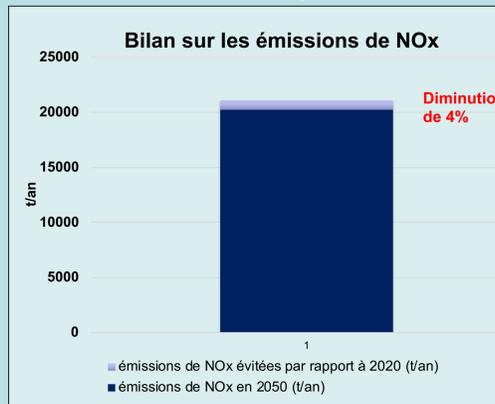
Les **objectifs de la Bretagne** concernant l'hydrogène **supposent un investissement d'au minimum 300 millions d'euros**. Pour 2 Mds € d'ici 2030 au niveau national, la Bretagne possède tout à fait les moyens de remplir ses objectifs aussi ambitieux soient-ils.

## QUELLES ÉMISSIONS ÉPARGNÉES ?

En considérant les estimations de la Bretagne en part de véhicules hydrogène, et en considérant les différences d'émissions entre un véhicule thermique un véhicule H<sub>2</sub>, on trouve que :



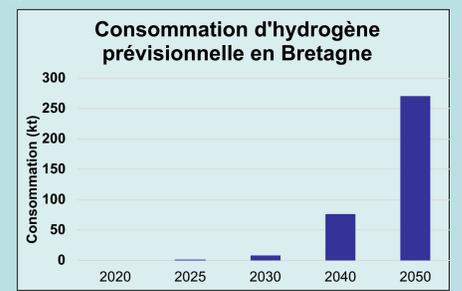
Réduction de 10% des émissions totales par rapport à 2016 - Cohérent avec l'objectif Breizh Cop de 13%



Objectif de division par 2 des émissions de 2015 – Satisfait pour les transports terrestres. Réduction de 37% des émissions des transports (de 7 à 4.4 MtCO<sub>2</sub>eq / an)

## QUEL COÛT ?

- 50 M€ pour 8 boucles hydrogène locales :
- Voiture à hydrogène : 70 000€
- Station à hydrogène : 600 000€ pour 500 kg/j
- H<sub>2</sub> : 16€ à 30€ / kg actuellement - 10€ / kg comme objectif 2050
- Développement d'un réseau de stations : 7 M€

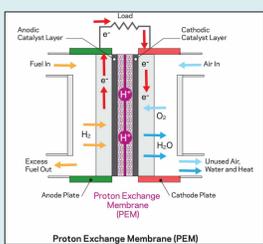


Donc coût total de l'hydrogène consommé en 2050 : 1,5 M€ (en supposant l'objectif 10€/kg atteint)

## L'HYDROGÈNE EST-IL LE MEILLEUR CHOIX ?

Pile à combustible ou batterie Li-ion, deux manières d'alimenter une voiture électrique :

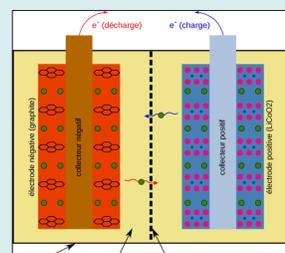
La pile à combustible PEM, est composée d'une anode et d'une cathode en graphite et d'une membrane séparatrice. Elle fonctionne comme l'inverse d'un électrolyseur.



Données importantes:

- efficacité well-to-wheel: **1,82 à 1,91 km/kWh** du réseau (en comptant l'électrolyse)
- efficacité tank-to-wheel: **3,19 km/kWh** de batterie
- Ressources: **5g Pt /voiture**

La batterie Li-ion repose sur l'échange d'ions lithium entre une électrode positive en alliage LiCoO<sub>2</sub> et une électrode négative en graphite. Cet échange produit un courant électrique



Données importantes:

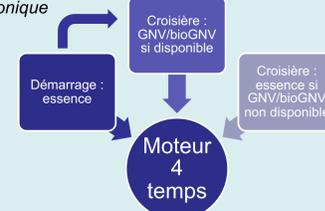
- efficacité well-to-wheel: **3,65 à 4,35 km/kWh** du réseau électrique
- efficacité tank-to-wheel: **4,67 à 5,57 km/kWh** délivré par la batterie
- Ressources: **3kg Li et 24kg Co /voiture**

Le GNV, une manière alternative d'alimenter un moteur à 4 temps

Le gaz naturel pour véhicules (GNV) est composé à **97% de CH<sub>4</sub>**.

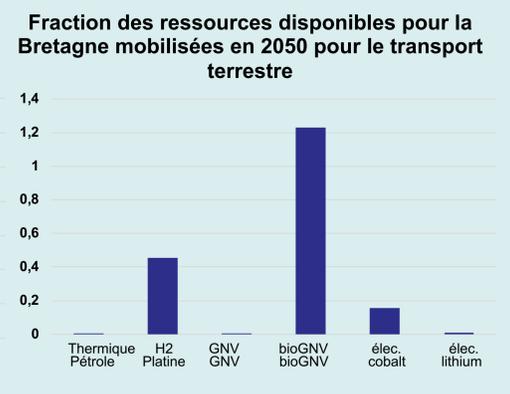
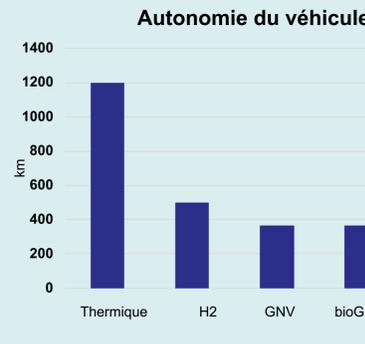
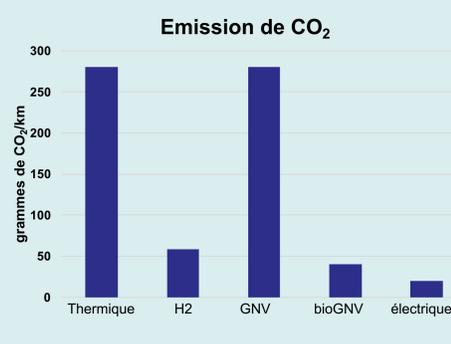
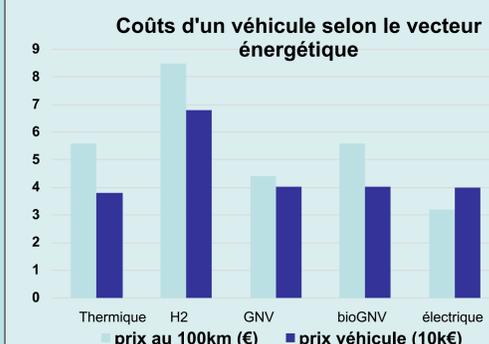
Le bioGNV a exactement le même fonctionnement que le GNV ; la différence majeure est la provenance du gaz : le GNV est un gaz d'**origine fossile** alors que le bioGNV est un gaz produit à partir de **biomasse renouvelable**.

Transition faite par moteur électronique



Le vecteur dihydrogène est-il réellement avantageux par rapport au thermique ? Et surtout, quelles sont les alternatives à l'hydrogène et sont-elles plus avantageuses ?

Pour le dihydrogène, on considère le mix suggéré par la Bretagne : 45% de vaporeformage et 55% d'électrolyse.



On remarque des avantages très similaires concernant la réduction des émissions mais aussi dans les problèmes d'autonomie entre le bioGNV, l'électricité et le H<sub>2</sub>. Le bioGNV semble le plus aisé à implanter, mais les ressources ne sont pas suffisantes. Il reste donc l'électricité, sous vecteur H<sub>2</sub> et batterie. Vis à vis du coût, on peut questionner le choix de la région de ne pas miser sur l'électricité sur batterie.

