



# Tout sur le véhicule à hydrogène



**L'hydrogène,**  
vers une mobilité durable.



**TotalEnergies**



En réponse aux enjeux climatiques et à l'évolution des technologies et des usages, le secteur du transport tient un rôle majeur dans l'accélération de la transition énergétique et écologique. De nombreuses initiatives sont mises en place et des solutions alternatives et efficaces sont proposées aux clients.

**L'hydrogène représente l'une des alternatives au carburant conventionnel fossile.** Faire rouler des voitures, des bus, des camions, des trains, en n'émettant que de la vapeur d'eau : rien n'est impossible pour le plus petit des atomes qui est aussi l'élément le plus abondant de l'univers. Aujourd'hui l'utilisation de l'hydrogène dans la mobilité se développe et les premières stations-service hydrogène se déploient.

**“ Si le parc de véhicules à hydrogène est encore modeste, TotalEnergies innove dans des projets pilotes pour préparer la mobilité de demain. Le véhicule à hydrogène présente de sérieux atouts : il combine les avantages des véhicules électriques en termes d'émissions et ceux des véhicules thermiques classiques en termes d'autonomie et de temps d'avitaillement. ”**

Ce livret vous initie au fonctionnement d'un véhicule à hydrogène. Vous y découvrirez également les enjeux et les actions mises en œuvre par TotalEnergies.

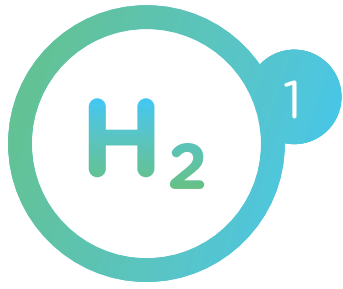
Très bonne lecture !

**Direction Nouvelles Mobilités Marketing**  
TotalEnergies Marketing Services



# Sommaire

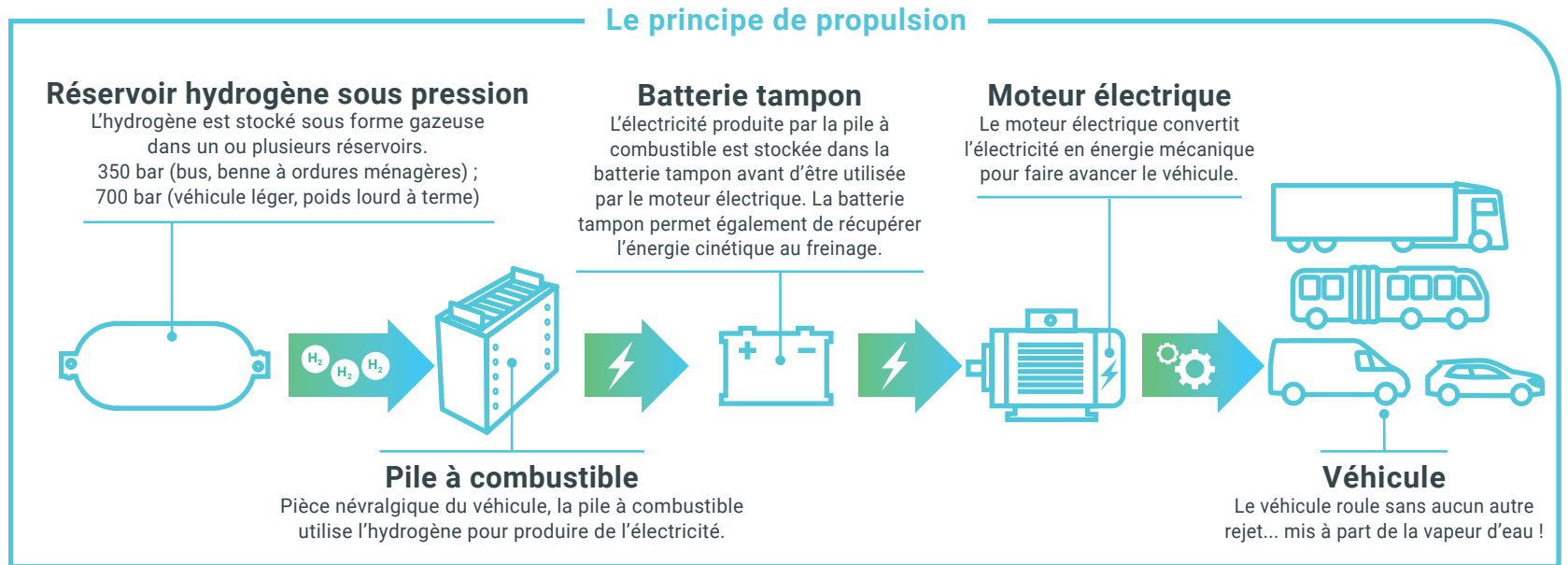
<b>1</b>	<b>L'ESSENTIEL</b>	
	Comment fonctionne un véhicule à hydrogène ? .....	p.4
	Qu'est-ce que l'hydrogène ou H <sub>2</sub> ? .....	p.5
	Comment fabrique t-on de l'hydrogène ? .....	p.6
	Quels sont les avantages d'un véhicule à hydrogène ? .....	p.7
	Quels véhicules et applications utilisent l'hydrogène ? .....	p.8
	Les véhicules à hydrogène à travers le monde .....	p.9
<b>2</b>	<b>EN PRATIQUE</b>	
	Faire son plein d'hydrogène .....	p.10
	TotalEnergies et le véhicule à hydrogène .....	p.11



## L'ESSENTIEL

# Comment fonctionne un véhicule à hydrogène ?

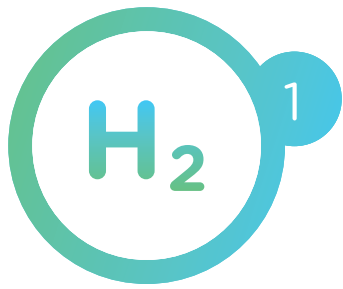
Un véhicule à hydrogène (FCEV\*) fait partie de la famille des véhicules électriques. Dans le cas du FCEV, le véhicule stocke l'énergie sous forme d'hydrogène sous pression dans un réservoir. L'hydrogène est converti en électricité par la pile à combustible.



### Le saviez-vous ?

La production d'électricité, via la pile à combustible, se fait sans bruit. Vous bénéficiez donc d'un meilleur confort auditif qu'avec un véhicule thermique conventionnel.

\*FCEV : Fuel Cell Electric Vehicle



## L'ESSENTIEL

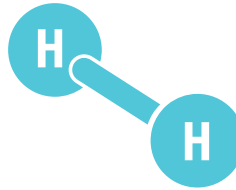
# Qu'est-ce que l'hydrogène ou H<sub>2</sub> ?

L'hydrogène est **l'élément le plus courant de l'univers**.

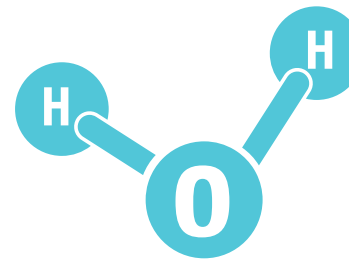
Prenez par exemple l'eau, on la retrouve partout et elle contient deux atomes d'hydrogène.

L'hydrogène sous forme de gaz (H<sub>2</sub>) est utilisé dans les FCEVs.

MOLÉCULE DE DIHYDROGÈNE  
2 atomes d'hydrogène



MOLÉCULE D'EAU  
2 atomes d'hydrogène  
et 1 atome d'oxygène



### Pour quelle utilisation ?

L'hydrogène sous forme gazeuse est très utilisé dans les procédés de fabrication de produits chimiques et pétroliers. En revanche, sa consommation dédiée aux transports (l'hydrogène sert à produire de l'électricité via une pile à combustible) est encore peu courante.



≈ 60%\*

INDUSTRIE CHIMIQUE



≈ 40%\*

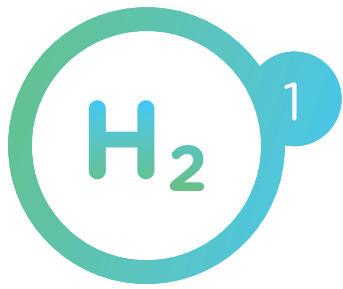
RAFFINERIE



< 1%\*

ÉNERGIE

\*Références 2020



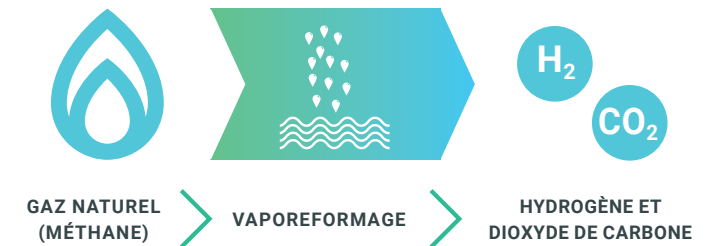
## L'ESSENTIEL

# Comment fabrique t-on de l'hydrogène ?

Pour produire la molécule d'hydrogène, il existe différentes voies industrielles, dont :

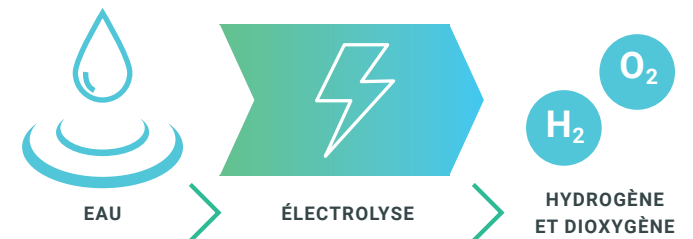
### Le procédé majoritaire : le vaporeformage à partir du gaz naturel

Le gaz naturel ( $\text{CH}_4$ ), composé d'atomes de carbone (C) et d'atomes d'hydrogène (H), est chauffé en présence de vapeur d'eau. Cette réaction chimique produit d'un côté du dihydrogène ( $\text{H}_2$ ) et de l'autre du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).



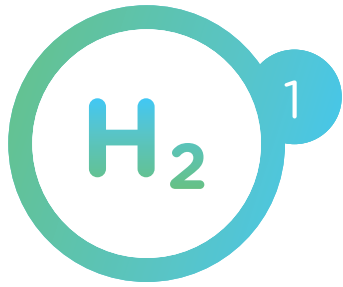
### Le procédé alternatif : l'électrolyse à partir de l'eau

L'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), composée d'atomes d'oxygène (O) et d'atomes d'hydrogène (H) est soumise à un courant électrique. Cette réaction chimique produit d'un côté du dioxygène ( $\text{O}_2$ ) et de l'autre du dihydrogène ( $\text{H}_2$ ).



### Le saviez-vous ?

- D'ailleurs, fabriquer de l'hydrogène d'origine renouvelable est possible grâce à de l'électricité ou du gaz naturel eux-mêmes d'origine renouvelable. Un vrai atout pour le développement de la filière !
- La compagnie TotalEnergies travaille sur des projets de génération d'hydrogène renouvelable par électrolyse, alimenté par de l'électricité provenant de panneaux solaires à la Mède.



## L'ESSENTIEL

# Quels sont les avantages d'un véhicule à hydrogène ?

Un véhicule à hydrogène est plein de ressources : **en tant que véhicule électrique, il combine les avantages du véhicule thermique, avec un plein rapide et une bonne autonomie !**

### Les avantages du véhicule électrique



#### Une empreinte locale minimale :

avec zéro émission à l'échappement, le véhicule à hydrogène a accès aux zones à faible émission.



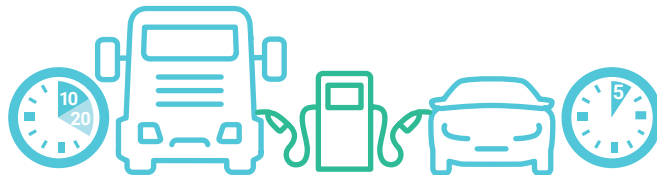
**Déplacements très silencieux** à faible vitesse.



**Dynamisme** notamment lors de fortes accélérations.



### Les avantages d'un véhicule thermique



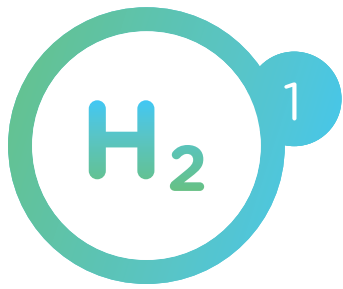
**Une rapidité du plein :** entre 10 et 20 min pour les camions et les bus et 5 min pour les voitures.



#### Une bonne autonomie :

500 km en moyenne pour les voitures et jusqu'à 1 000 km pour les camions.

L'hydrogène est une énergie prometteuse. À ce jour, les prix élevés des véhicules et infrastructures des stations-service restent un frein à son déploiement.



L'ESSENTIEL

# Quels véhicules et applications utilisent l'hydrogène ?

L'hydrogène est particulièrement adapté pour les segments à usage intensif et forte consommation énergétique :



**le transport lourd** longue distance (tracteur 44 tonnes),



**le ferroviaire** puisqu'il constitue une excellente alternative à l'électrification des lignes régionales,



**les bus articulés** 18 mètres, ou les lignes de bus à forte consommation énergétique (lignes longues ou vallonnées).

D'autres applications sont aussi possibles comme pour :



**les véhicules utilitaires légers et les voitures** dans des cas d'utilisation intense où le véhicule électrique à batterie ne suffit pas.

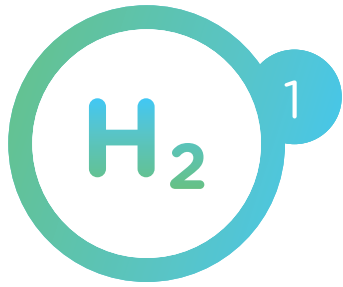


**la compétition** avec l'équipe de course H24 Racing (voir page 11 pour en savoir plus).

## Le saviez-vous ?

Il y a des applications à la marge sur des marchés de niche : les véhicules off-road, les sous-marin, l'aérospatial, l'aéronautique et la marine.

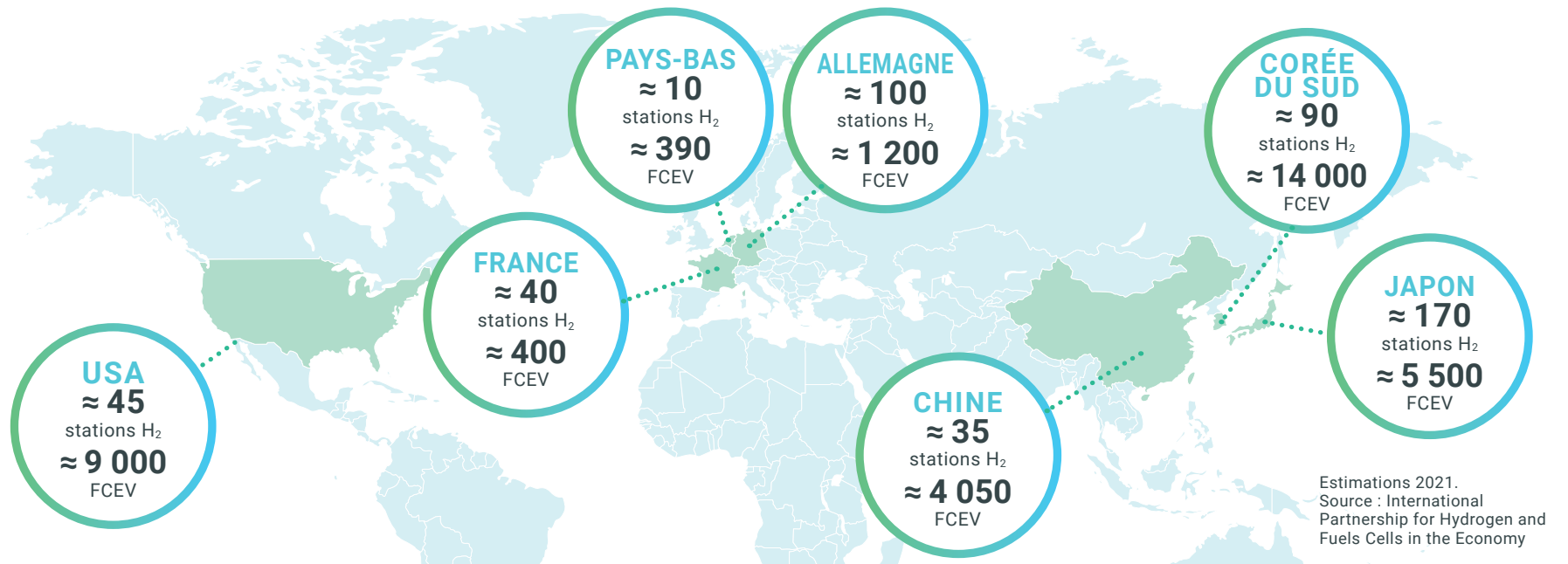




## L'ESSENTIEL

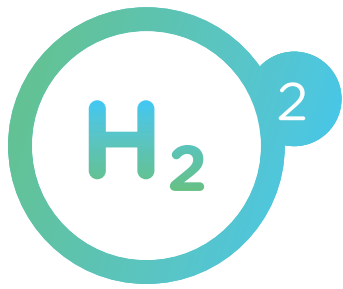
# Les véhicules à hydrogène à travers le monde

Pour atteindre les cibles réglementaires, les technologies zéro émission sont nécessaires. Le véhicule à hydrogène a sa place. Aujourd'hui, les constructeurs de poids lourds travaillent notamment sur les véhicules à hydrogène.



### Et demain ?

Pour s'imposer dans notre quotidien, le marché des véhicules à hydrogène doit encore réaliser des économies d'échelle, notamment sur l'offre des véhicules et la production d'une énergie à faible émission de CO<sub>2</sub>, à des prix plus compétitifs.



EN PRATIQUE

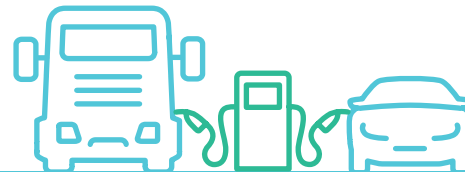
# Faire son plein d'hydrogène

Rien de plus simple : l'opération est très similaire à celle réalisée avec les carburants conventionnels.



## 1<sup>re</sup> ÉTAPE

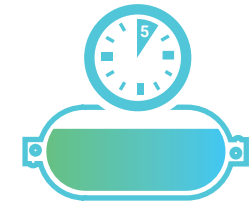
Se rendre dans une station distributeur de l'hydrogène en libre-service.



## 2<sup>e</sup> ÉTAPE

Décrocher le pistolet et le connecter à l'embout véhicule.

**Bon à savoir :** la connexion entre le véhicule et la station est étanche. Aucune évaporation ni projection ne peut se produire. Il est possible de faire le plein seulement si le pistolet est correctement fixé.



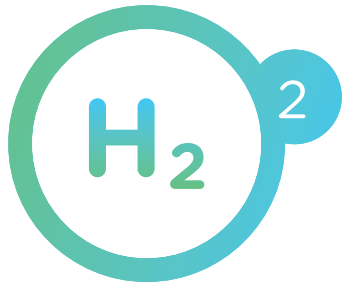
## 3<sup>e</sup> ÉTAPE

Se servir !

L'hydrogène est injecté à très haute pression (350 à 700 bar) et à basse température (- 40°C) dans le réservoir du véhicule.  
**Résultat : le plein se fait entre 10 à 20 min pour les camions et les bus et 5 min pour les voitures.**

### Le saviez-vous ?

Toute la distribution répond à des normes européennes précises. Un plein d'hydrogène est mesuré en kg d'hydrogène. Pour un véhicule léger, 1 kg d'hydrogène permet de parcourir environ 100 km. Pour un poids lourd, en fonction des usages, les consommations atteignent 8 à 10 kg d'hydrogène pour 100 km.



EN PRATIQUE

# TotalEnergies et le véhicule à hydrogène



Si le nombre de véhicules est encore modeste aujourd'hui, TotalEnergies développe de nombreux projets hydrogène pour préparer le marché à une adoption plus large de la mobilité H<sub>2</sub>.

**Engagé en faveur de la mobilité H<sub>2</sub> depuis le début des années 2000**, TotalEnergies dispose d'une solide expérience et d'un savoir-faire sur les infrastructures de distribution d'hydrogène. Une trentaine de stations H<sub>2</sub> vous accueillent en Allemagne, en Belgique, au Luxembourg, aux Pays-Bas et en France\*.



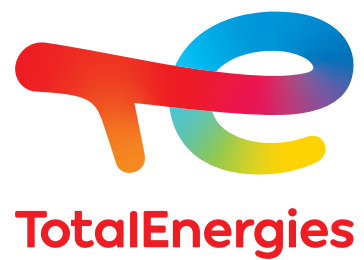
**TotalEnergies propose une offre complète**, de la conception à l'installation, l'exploitation et la maintenance, pour les infrastructures de distribution publiques et privées.

## Le saviez-vous ?

TotalEnergies a développé pour le projet de compétition Mission H24, une station mobile à hydrogène, une première mondiale ! Cette station est déplacée de circuit en circuit en Europe afin de fournir en hydrogène l'équipe de course H24 Racing lors de la prestigieuse Michelin Le Mans Cup.



\*Références 2020



**TotalEnergies Marketing Services**

24, cours Michelet  
92800 Puteaux - France

SAS au capital de 324 158 696 euros  
542 034 921 RCS Nanterre



[totalenergies.com](https://totalenergies.com)

TOUT SUR LE VÉHICULE À HYDROGÈNE  
ÉDITÉ EN 03/2022

Conception : Nobin's