

# HYDROGÈN'OC

— BIENVENUE DANS —

# LE MULTIVERS ÉNERGÉTIQUE!

*Et si nous avions fait fausse route dans le choix de notre source d'énergie ? Et si la réponse n'était pas dans le feu, élément sur lequel repose une grande partie de notre système énergétique... mais plutôt dans l'eau ?!*

*Imaginez une Terre où le carburant de nos machines rejette de l'eau à la place de gaz à effet de serre. Une Terre qui ne se réchauffe pas à cause de notre activité.*

*Une fenêtre sur ce monde nouveau commence à s'ouvrir... à nous d'y plonger !*

*Hydrogèn'Oc vous emmène à la découverte de l'hydrogène vert, de sa production à son utilisation, tout en interrogeant ses usages et perspectives en région Occitanie.*



# L'HYDROGÈNE:

P E T I T M A I S  
P U I S S A N T !

L'hydrogène est l'élément chimique le plus léger connu à ce jour. C'est aussi le plus répandu dans notre univers : pas moins de 92 % en nombre d'atomes !

S'il est très présent sur Terre, l'hydrogène se trouve rarement seul. Il est combiné à d'autres éléments chimiques, comme le carbone par exemple, avec qui il forme des hydrocarbures composés exclusivement de carbone et d'hydrogène. C'est le cas du méthane ( $\text{CH}_4$  appelé aussi « gaz naturel »). Ou bien encore : associé avec de l'oxygène, il constitue l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Et puisque la planète bleue est couverte d'eau, cela garantit une réserve considérable ! Il ne reste plus qu'à séparer l'hydrogène de l'oxygène contenu dans l'eau.

Cet hydrogène récupéré va alors révéler son grand pouvoir. Après avoir été stocké séparément, s'il est remis en contact avec de l'oxygène, cela crée de l'énergie ! C'est pour ça que l'hydrogène est un « vecteur énergétique » et non pas une énergie en tant que tel.





# UN ARC-EN-CIEL D'HYDROGÈNE

L'hydrogène est un gaz invisible et inodore. Pourtant, on l'associe à des noms de couleurs. Mais dans quel but ?

Pour préciser la façon dont il a été obtenu. On peut compter trois grandes teintes d'hydrogène. Mais les techniques pour l'obtenir sont nombreuses, se déclinant à travers tout un tas de nuances. On parle d'hydrogène blanc à l'état naturel. Noir ou brun lorsqu'il est issu du charbon. Orange en faisant réagir de l'eau avec des roches chargées en fer. Ou même du turquoise dans certains cas !

Avec toutes ces couleurs on s'y perd un peu... Il est possible de simplifier en trois catégories permettant de mesurer le niveau d'émission de gaz à effet de serre, quel que soit la technique utilisée. On parle alors d'hydrogène renouvelable, bas carbone ou carboné.

## HYDROGÈNE GRIS

C'est la technique la plus utilisée aujourd'hui (94% de la production d'hydrogène mondiale). Mais loin d'être la plus propre, d'où la couleur grise... Elle consiste à effectuer un « vaporeformage » de gaz naturels. C'est une réaction chimique permettant d'extraire l'hydrogène des hydrocarbures. Elle consiste à faire réagir l'hydrocarbure avec de la vapeur d'eau très chaude. Cela rejette du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère, un gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique... »

## HYDROGÈNE JAUNE

L'hydrogène peut être obtenu par « électrolyse » de l'eau : on casse les molécules d'H<sub>2</sub>O avec un courant électrique. Aucun dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) n'est produit lors de cette réaction et l'électricité nécessaire pour réaliser l'électrolyse de l'eau vient d'électricité issue du nucléaire (75% du réseau électrique en 2023 en France).

## HYDROGÈNE VERT

Même technique que pour l'hydrogène jaune : on emploie l'électrolyse de l'eau qui est actuellement la technologie la plus mature pour la production d'hydrogène vert. Mais ce n'est pas tout : pour réaliser cette électrolyse, on utilise uniquement de l'électricité issue d'énergies renouvelables (hydraulique, éolienne ou solaire par exemple). Les gaz à effet de serre sont donc émis seulement à la fabrication du matériel nécessaire à la production d'hydrogène vert !



# LA FORCE VERTE

Sur notre Terre en plein réchauffement climatique, l'hydrogène vert propose une alternative à explorer. Mais comment l'obtenir exactement ?

Le cycle de l'hydrogène vert se base sur le stockage d'une énergie générée par des sources renouvelables (hydraulique, éolienne, solaire), et réinvestie dans un second temps.

## DE L'ÉLECTRICITÉ À L'HYDROGÈNE...

Lors de période de fortes pluies, d'ensoleillement ou de grands vents, beaucoup d'électricité est produite. Parfois, elle ne peut être consommée en totalité et cette énergie est perdue. Et si l'on trouvait un moyen de la stocker autrement que dans des batteries – qui nécessitent l'utilisation de ressources rares – pour la réutiliser plus tard ? C'est là qu'intervient l'électrolyse de l'eau qui entraîne la production d'hydrogène !

En envoyant un courant électrique – issu de nos sources renouvelables – dans un électrolyseur, on casse la liaison entre l'hydrogène et l'oxygène composant l'eau. Résultat : on obtient de l'hydrogène sans produire de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ! Cet hydrogène peut alors être stocké dans des réserves.

## ... ET DE L'HYDROGÈNE À L'ÉLECTRICITÉ

La réaction entre l'hydrogène et l'oxygène dans une pile à combustible va générer un courant électrique.

Ainsi, lorsque l'apport en énergie des sources renouvelables diminue, l'hydrogène stocké peut être utilisé pour fournir de l'électricité !

Et pour finir, que rejette l'hydrogène lorsqu'il est utilisé dans une pile à combustible ? Tout simplement de l'eau et de la chaleur. Pratique !

## LE CYCLE DE L'HYDROGÈNE

1  
**PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ AVEC DES RESSOURCES DURABLES**

2  
**ÉLECTROLYSE DE L'EAU GRÂCE À CETTE ÉLECTRICITÉ**

3  
**STOCKAGE DE L'H<sub>2</sub>**

4  
**UTILISATION (CHAUFFAGE, TRANSPORT, INDUSTRIE) REJET D'EAU ET DE CHALEUR**



L'exposition-ateliers **HYDROGÈN'OC** a été financée par la Région Occitanie.



Une coproduction de :

- Instant Science
- Planète Sciences Occitanie
- Kimiyo
- Le Centre de l'imaginaire scientifique et technique



En partenariat avec le pôle RHyO (Recherche et innovation sur l'hydrogène en Occitanie) financé par la Région Occitanie, et le projet GENHYO (Génération hydrogène Occitanie), portés par l'Université de Toulouse.



Graphisme et illustration : Le Yak  
Réalisation : Instant Science





# LE MULTIVERS ÉNERGÉTIQUE

L'énergie qui alimente une société ne se réduit pas qu'à une seule source.

Plusieurs contraintes orientent la répartition des sources primaires d'énergies dans ce qu'on appelle le « mix énergétique ». Parmi ces contraintes, on retrouve les zones géographiques, les ressources disponibles, la consommation ou encore les choix politiques.

Le mix énergétique peut être composé de sources nucléaires, renouvelables (hydraulique, éolienne, solaire...) ou fossiles.

## COMMENT L'HYDROGÈNE VERT S'INTÈGRE-T-IL DANS CE MIX ?

C'est simple, il permet le stockage des énergies renouvelables. Une fois l'électricité issue des sources renouvelables convertie en hydrogène, elle peut être restituée plus tard sous forme d'électricité. L'apport des énergies renouvelables gagne donc en stabilité. Et l'hydrogène stocké permet de réagir rapidement aux pics de consommation. Ainsi notre mix énergétique devient encore plus responsable !

12,9%  
RENOUVABLE

CONSOMMATION  
D'ÉNERGIE  
PRIMAIRE  
EN 2020

46,4%  
FOSSILE

40%  
NUCLÉAIRE



# UN MONDE ENCORE LOINTAIN ?

Si l'hydrogène vert comporte beaucoup d'avantages, il met au défi les cerveaux de notre planète : il existe encore des limites et des challenges à relever.

**Premier défi :** améliorer le « rendement » de cette énergie, c'est-à-dire son efficacité. Car entre la production, le transport, le stockage... il y a des pertes ! Les véhicules à hydrogène fonctionnent à l'aide de piles à combustible qui génèrent de l'électricité à partir de la réaction entre l'hydrogène et l'oxygène. Les moteurs sont donc alimentés en électricité suite à cette réaction. Aujourd'hui, le rendement d'un véhicule à hydrogène atteint environ 30%, contre 70% avec une batterie classique. On peut faire mieux !

**Autre défi :** les équipements nécessaires. Produire de l'hydrogène à partir de l'électrolyse de l'eau, créer des infrastructures de stockage, concevoir des véhicules adaptés... Tout ceci demande du temps, de la recherche et d'importants investissements financiers. En un mot, l'hydrogène vert coûte encore cher !

Il va donc falloir se retrousser les manches !

**Et la sécurité ?** L'hydrogène est un gaz hautement inflammable et réactif. Il est manipulé en industrie depuis plus d'un siècle. Les risques sont donc connus et la technologie a su s'adapter pour rendre son usage très sûr. La recherche continue à apporter de nouvelles solutions.





# UN SAUT VERS LA PLANÈTE OCCITANIE

## LES STATIONS À HYDROGÈNE S'INSTALLENT EN OCCITANIE

Le projet Corridor H2 Occitanie vise à développer un réseau de stations de distribution d'hydrogène vert à travers un axe Nord/Sud en Occitanie. L'arrivée de ces stations est accompagnée de véhicules lourds : 40 camions de marchandises et 15 autocars.

Les entreprises Airbus et HyPort ont de leur côté construit une station de production et de distribution d'hydrogène pour les véhicules de l'aéroport Toulouse-Blagnac. De quoi imaginer plus tard le ravitaillement des futurs avions à hydrogène !

## ON TRANSFORME POUR NE PAS JETER

L'entreprise albigeoise SAFRA propose d'adapter des bus diesel à un mode de propulsion par pile à combustible : on fait du neuf avec une base déjà présente et bien solide ! C'est SAFRA qui est aussi à l'origine des bus présents sur le tarmac de l'aéroport de Toulouse-Blagnac. Les transports des passagers se font maintenant grâce à des bus à hydrogène.

On peut trouver sur le territoire d'Albi une autre initiative originale sur les nouveaux transports : l'AlbiÉcoRace, une compétition réservée aux véhicules électriques, solaires et à hydrogène !

## UN INVESTISSEMENT AU SERVICE DE LA RECHERCHE PUBLIQUE

À Cugnaux-Francazal, le projet de « Technocampus Hydrogène Occitanie » réunira sur un même site des activités de recherche appliquée. Un laboratoire public de recherche et les acteurs de l'industrie s'associeront pour tester des prototypes industriels concrets et pertinents, et participer à la mise en place de lieux de formations.

Du côté de Béziers, Genvia développe une nouvelle génération d'électrolyseurs. Leur production massive permettra de diminuer le coût de fabrication de l'hydrogène vert. Ces électrolyseurs ont aussi été conçus pour augmenter le rendement de la production d'hydrogène, réduisant une fois de plus son coût.

En Occitanie, l'hydrogène comme vecteur d'énergie est une solution déjà bien étudiée. Ce n'est donc pas l'énergie du futur. C'est bien l'une des énergies d'aujourd'hui !

En savoir +  
sur les initiatives :

