



**Conseil d'administration
Espalion 6 décembre 2022**

**L'hydrogène
dans la transition énergétique**

Préambule: l'énergie pourquoi et comment?



L'énergie pour nous assister

- chauffage, éclairage, force motrice

➤ Les dérives des énergies fossiles

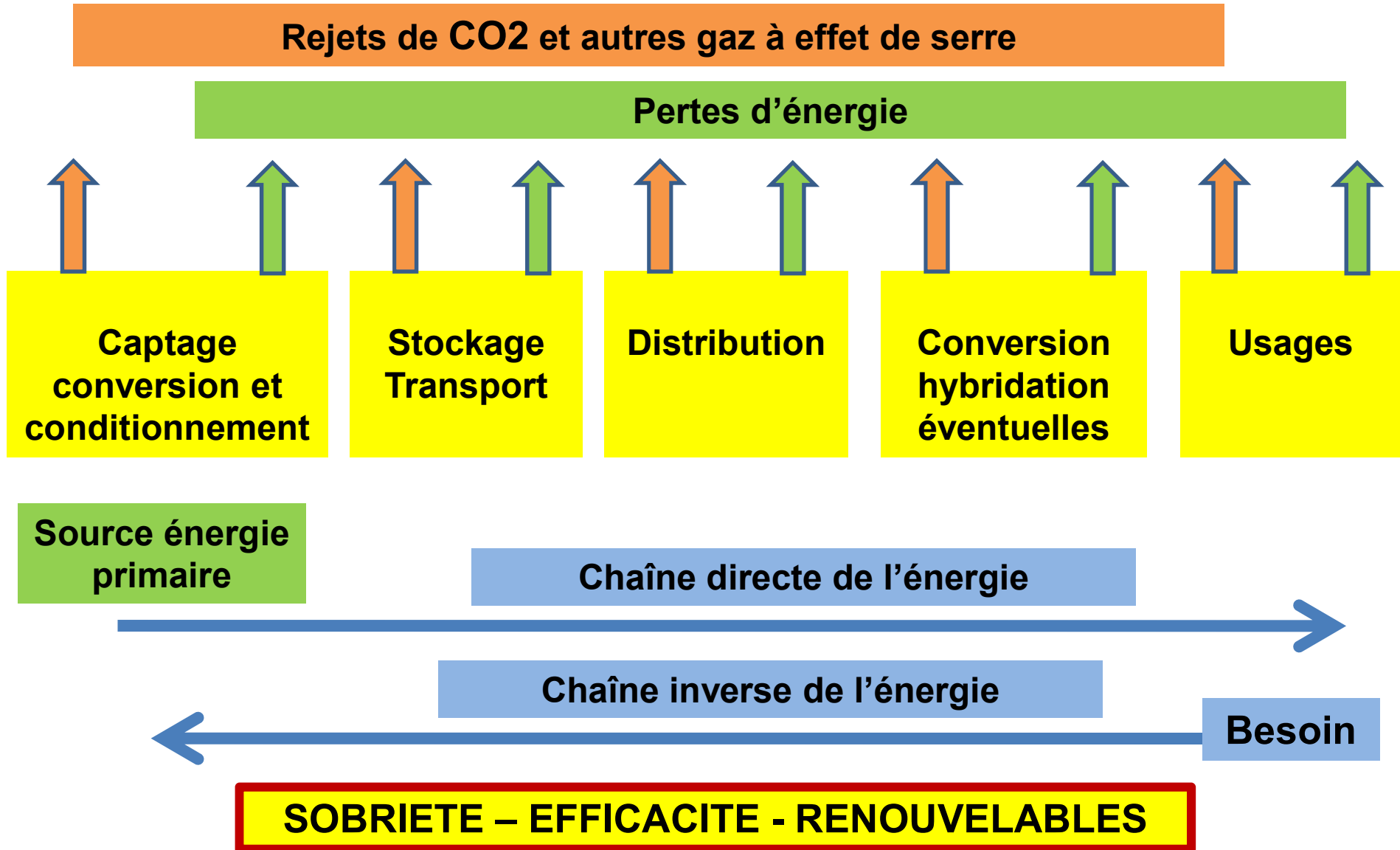
- 40 milliards de tonnes de CO2 rejetées dans l'atmosphère
- la dépendance aux producteurs, transporteurs et distributeurs
- la géopolitique mondiale

➤ Le contexte actuel

- le réchauffement climatique
- la crise sanitaire
- la crise Ukrainienne

**Trouver des modèles énergétiques plus vertueux ,
plus locaux...et pourquoi pas l'hydrogène dans le mix
énergétique**

La chaîne de l'énergie



L'hydrogène dans la transition énergétique



Transition énergétique: que faire?

➤ Les problèmes

- les gaz à effet de serre et le dérèglement climatique
- le coût de l'énergie

➤ Les solutions

- diminuer fortement les rejets de CO2 par l'industrie et les mobilités
- construire les modèles économiques acceptables

➤ Les bénéfices de la transition énergétique:

- l'autonomie énergétique au plus près des usages
- la régulation des besoins en énergie
- l'activité économique locale et la ré industrialisation

L'hydrogène dans la transition énergétique

Caractéristiques de la molécule d'hydrogène

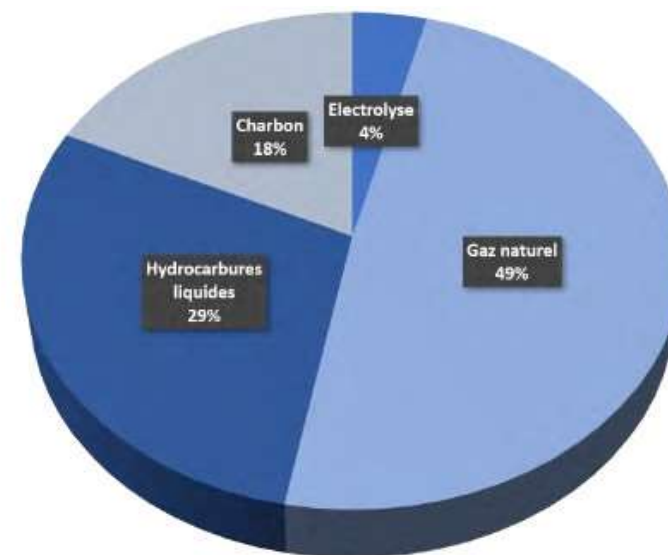
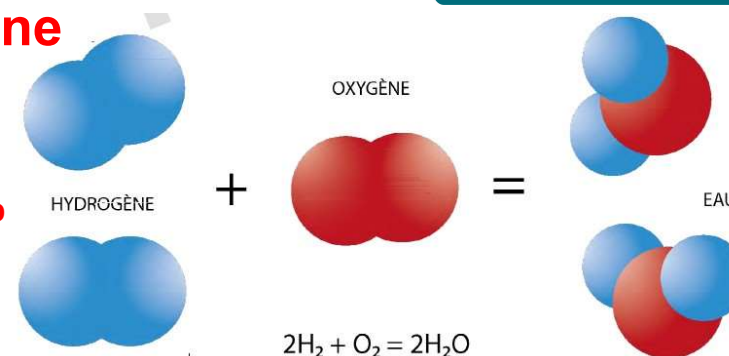
Molécule la plus répandue dans l'univers: **92%**
de l'ensemble des molécules

Existe à l'état pur sur la planète mais difficile à exploiter

Aujourd'hui obtenue à partir du **méthane**, des hydrocarbures, de divers corps organiques et de l'**eau**

L'hydrogène a des propriétés très intéressantes:
c'est un bon combustible, c'est une énergie stockable, c'est une réserve électrique, c'est un piège à carbone

Capacité calorifique: **143 MJ/Kg (1MJ=0,277 kWh)**
Essence 47,3 MJ/Kg Gazole 44,8 MJ/Kg
Méthane 50,03 MJ/Kg



Moyens de production de l'H2 actuels

L'hydrogène dans la transition énergétique

Caractéristiques de la molécule d'hydrogène

L'hydrogène et ses propriétés:

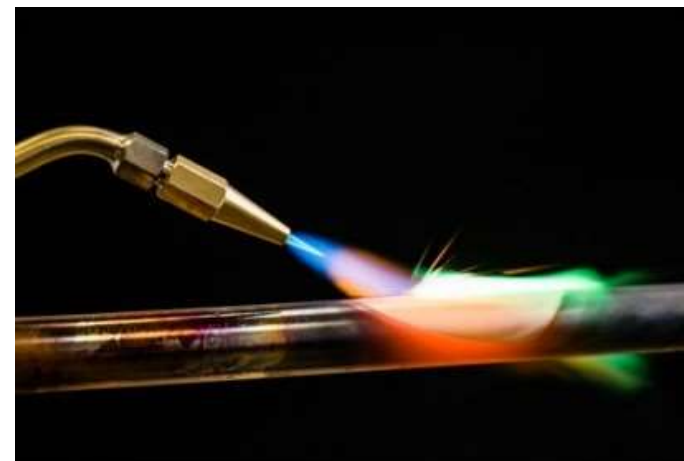
- Incolore, inodore, non toxique
- Non polluant , non corrosif

La combustion de l'hydrogène :

- Très inflammable
- Flamme peu visible et très chaude
- Le risque d'explosion est très inférieur à l'essence

L'hydrogène est très léger et sa molécule très petite:

- 90 g /m³ à la pression atmosphérique et 0°C
- 42 Kg/m³ à 700 bars et 70,9 Kg/m³ sous forme liquide à – 253°C
- Il se dissipe vers le haut très rapidement
- Il peut fuir plus facilement que la plupart des gaz

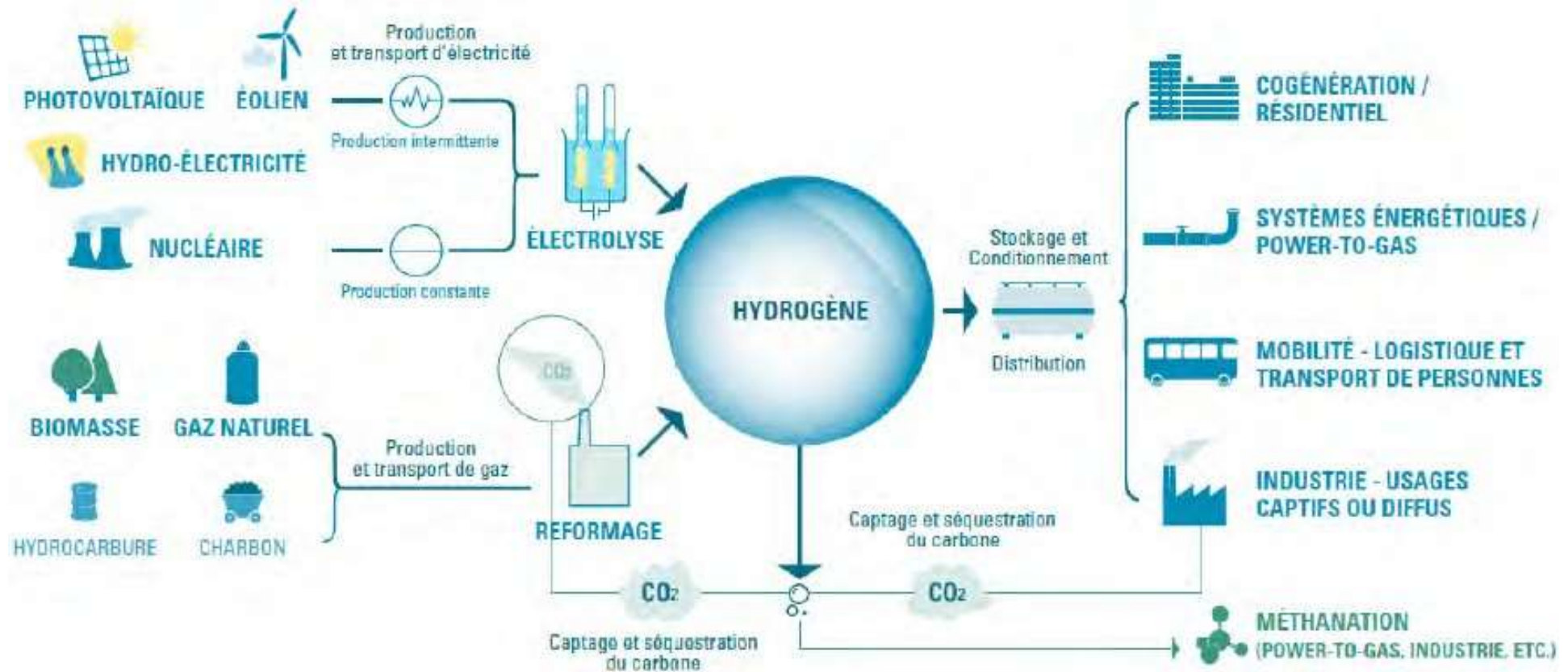


©Bulane – flamme Bulane mélange stœchiométrique oxygène / hydrogène



L'hydrogène dans la transition énergétique

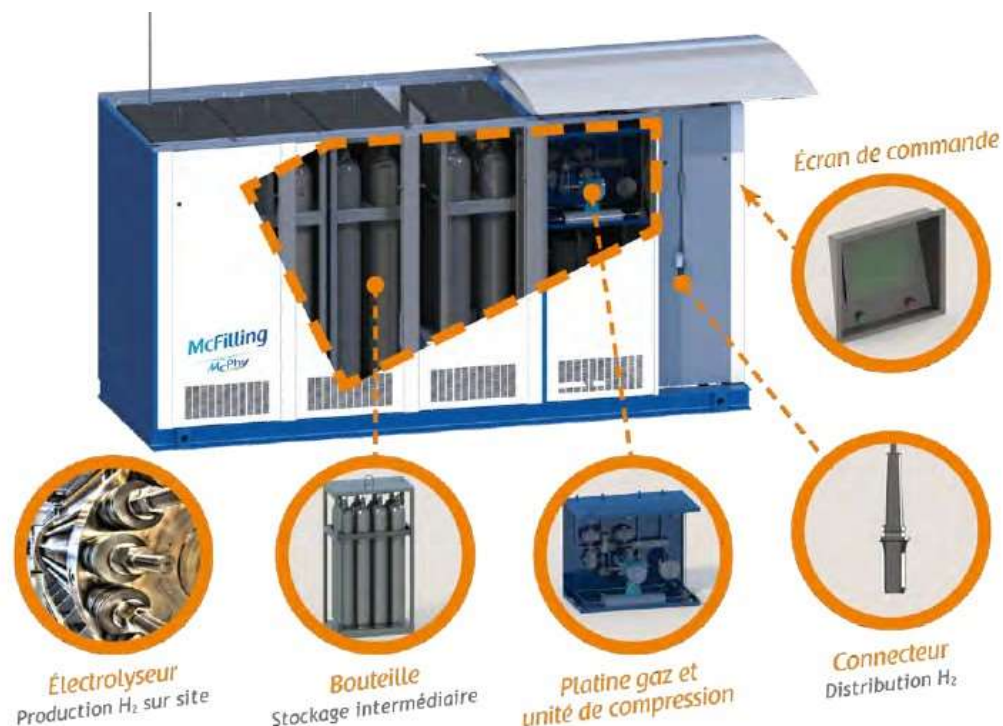
La production de l'hydrogène



Les différentes voies de production de l'hydrogène (d'après France Hydrogène)

Le choix de l'hydrogène renouvelable (vert)

L'hydrogène dans la transition énergétique



Stockage et transport de l'hydrogène

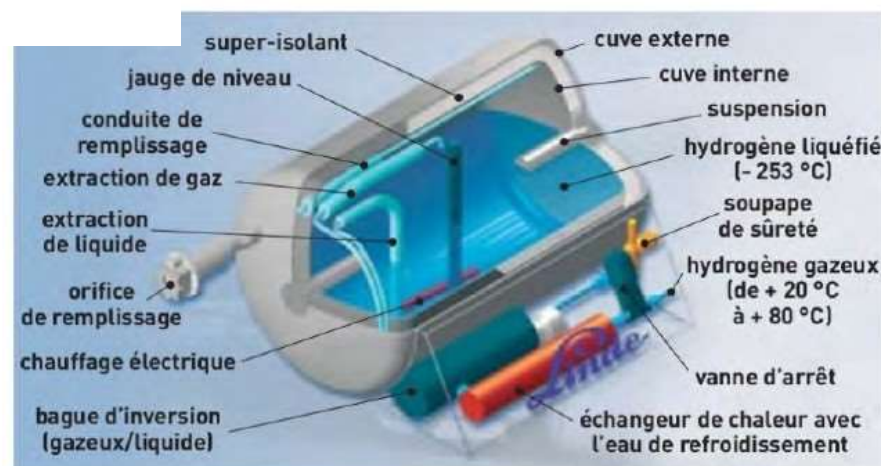
Stockage

- pression atmosphérique (90g/m³)
- Pression 350, 500 ou 700 bars (42 kg/m³)
- liquide à - 253°C (71kg/m³)
- Hydrures, poudres

©McPhy - Fonctionnement de la station H₂

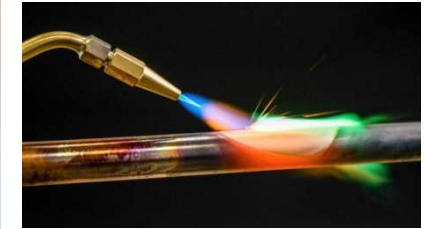
Transport:

- gazoduc et canalisation de gaz
- voie routière



Source : Linde - Schéma de structure d'un réservoir d'hydrogène liquide

L'hydrogène dans la transition énergétique



Les usages de l'hydrogène

- **décarbonation de l'industrie :**
chimique, métallurgique pétrolière (**méthanation**)
- **combustion** dans l'habitat, la soudure ...
- **mobilités zéro émission (piles à combustibles)**



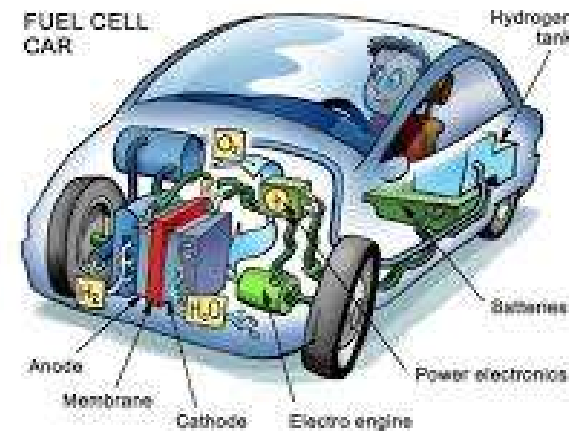
Intérêts pour les mobilités

Optimiser le triptyque:
masse du véhicule/puissance disponible/autonomie kilométrique

Une pile à combustible peut **multiplier l'autonomie des véhicules à batteries par 2,5**

Quelques chiffres **pour 100 km d'autonomie:**

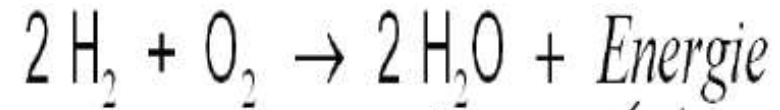
- Chariot élévateur: **0,3 kg** H2 décarboné
- Véhicule léger: **0,8 kg** H2 décarboné
- Bus 12m: **5 kg** H2 décarboné
- PL 44t, bus 18m : **8/10 kg** H2 décarboné



L'hydrogène dans la transition énergétique

La pile à combustible (hydrogène)

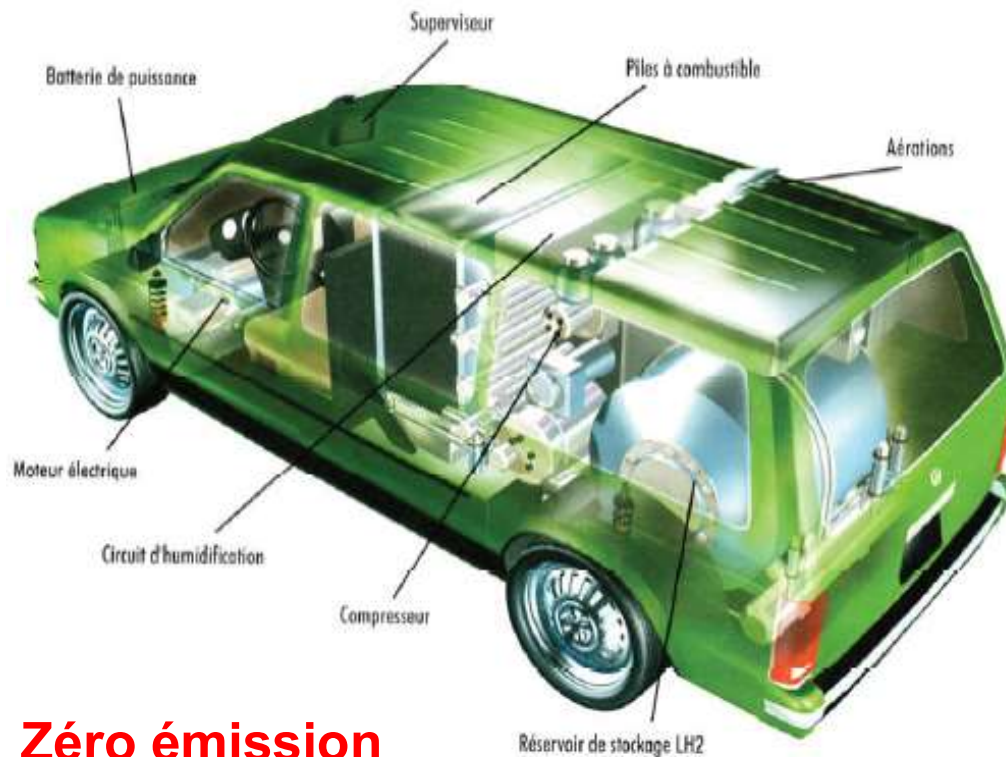
Le principe « inverse » de l'électrolyse + **moteur électrique**



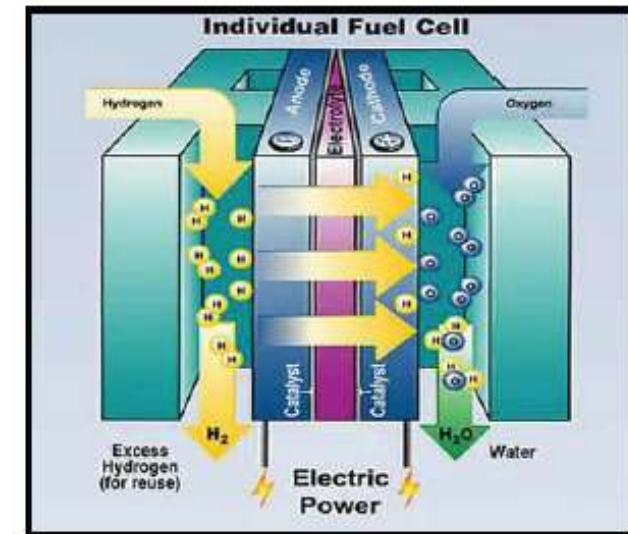
eau

chaleur

électricité



Zéro émission



L'hydrogène dans la transition énergétique



Transports en commun



L'hydrogène dans la transition énergétique



Transports aériens et drones



L'hydrogène dans la transition énergétique



Transport fluvial et maritime

Vélo



L'hydrogène dans la transition énergétique

Voitures, utilitaires, poids lourds



L'hydrogène dans la transition énergétique

Diverses applications de l'hydrogène dans les mobilités



L'hydrogène dans la transition énergétique



Fonctions support

- Études faisabilité/chaîne de valeur
- Choix et études d'implantation
- Sûreté de fonctionnement
- Réglementation, normes
- Homologations
- Maintenance et exploitation
- Formation professionnelle

SEM EVEER HY PÔLE-H2TEAM (ALBI)

Hydrogène et région OCCITANIE

L'organisation de la filière en région:

- **Les services du conseil régional:** DITEE (direction de la transition énergétique), la recherche, la formation professionnelle, le service Europe.
- **Les actions:** stratégie REPOS, plan hydrogène vert, appels à projets et appels à manifestation d'intérêt
- **L'agence de développement économique AD'OCC et son groupe HYDEO** qui travaille conjointement avec l'ADEME: veille innovation et animation de tous les acteurs de la filière
- **L'agence régionale de l'énergie et du climat (SPL et SEM AREC capitalisée à 34 M€)** : conseil et ingénierie, portage et participation aux projets (sociétés de projet, SAS...)

L'hydrogène dans la transition énergétique

Exemples de projets

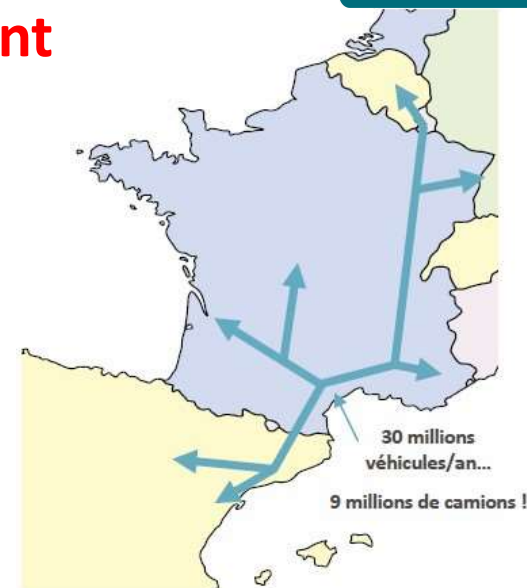


ECO SYSTEME



L'hydrogène dans la transition énergétique

Exemple de projet structurant



CORRIDOR H2 PRODUCTION DISTRIBUTION

investissements et des financements

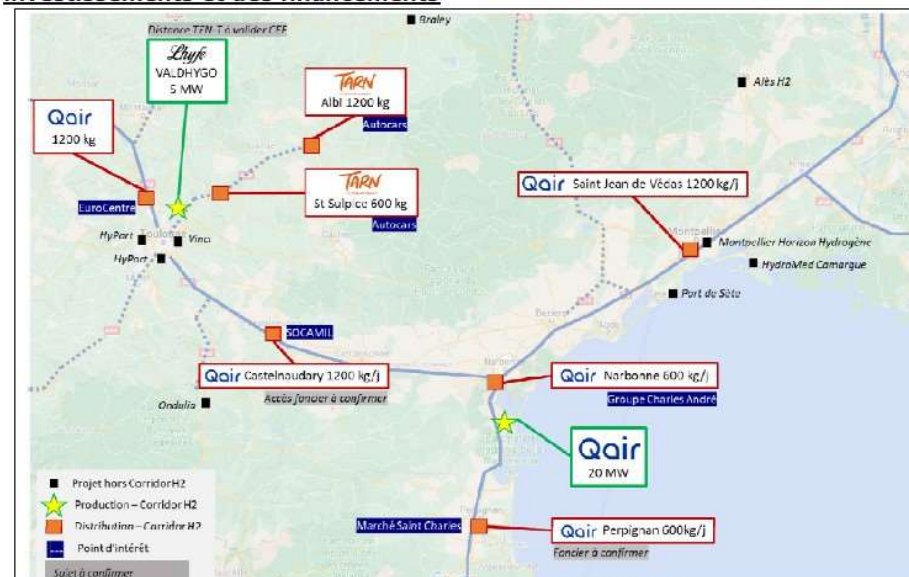


Figure 1 : cartographie de la vision globale des sites de production et stations de distribution pour Corridor H2



Braley
ENVIRONNEMENT - ENERGIES

L'hydrogène dans la transition énergétique



Exemple de projet structurant :

Station multi-énergie Braley à Onet-le-chateau



Hydrogen
Mobility Europe

Ce projet a bénéficié du soutien du FEDER et de la région Occitanie

Ces activités ont reçu un financement de l'Union Européenne dans le cadre du programme HORIZON 2020 à travers le Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking.



Braley
ENVIRONNEMENT - ENERGIES

L'hydrogène dans la transition énergétique



Une approche territoriale originale

Les porteurs du projet
de station-service



Braley
ENVIRONNEMENT - ENERGIES

elogen



Déjà 10 véhicules!

S'associent aux 1ers utilisateurs

Agglomération de Rodez, Ville d'Onet le Château, Ville de Luc la Primaube, Braley, EDF, Ruban Bleu, ENEDIS, Ondulia



Braley
ENVIRONNEMENT - ENERGIES

L'hydrogène dans la transition énergétique



Oser transformer pour exister

Le transporteur
de céréales

SE TRANSFORME

en

Pionnier de la
mobilité décarbonée



Electrique, hydrogène



GNC et biométhane



Braley
ENVIRONNEMENT - ENERGIES

L'hydrogène dans la transition énergétique



Oser se transformer pour exister

Le recycleur de
déchets

MET EN PLACE
des solutions
pour

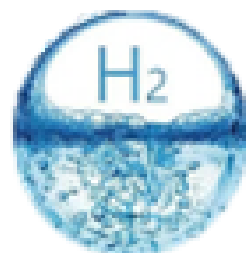
Utiliser
l'électricité fatale
grâce à
l'hydrogène



4 installations pour une offre multi-services

2 pistes pour véhicules hydrogène 350 bars
produit par électrolyse de l'eau

4 places pour
recharge des
véhicules
électriques



2 pistes pour
véhicules GNV
(gaz- méthane)
ou biogaz



3 pistes de lavage des véhicules PL et VL

L'hydrogène dans la transition énergétique



Exemples de projets Production



Production EnR photovoltaïque dans l'Aude

Production EnR éolien marin au large de Port La Nouvelle



Production hydrogène par électrolyse haute température: projet GENVIA à Béziers

L'hydrogène dans la transition énergétique



Exemples de projets usages

Bus hydrogène et autocars diesel transformés hydrogène à la SAFRA à Albi



Groupes froid hydrogène chez BOSCH à Rodez



Groupes de propulsion de trains à hydrogène chez ALSTOM à Tarbes

L'hydrogène dans la transition énergétique



Exemples de projets usages

**Drague à hydrogène pour
entretien des ports de
Méditerranée**



**Péniche et bateau tourisme à
hydrogène sur le canal du Midi**



**Navette fluviomaritime et promenade
touristique au Grau du Roi**

L'hydrogène dans la transition énergétique

Exemples de projets R et D



Techno campus hydrogène à Franczal



Avions du futur



Véhicules connectés

L'hydrogène dans la transition énergétique

CHAÎNE DE VALEUR DE LA FILIÈRE HYDROGÈNE D'OCCITANIE



Un tissu économique et académique complémentaires couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène

35 acteurs économiques
16 acteurs académiques
[>> Annuaire HyDeO](#)
Plus de 150 structures mobilisées dans le cadre de l'animation HyDeO

Près de 100 acteurs en OCCITANIE

L'hydrogène dans la transition énergétique



Objectif création d'emplois dans la filière

Aujourd'hui 2000 emplois en France

2030: 100 000 emplois

2050: plus de 150 000

OCCITANIE en pointe vise plus de 15000 emplois d'ici 2030

Répartition des besoins en emplois par niveau de formation

-niveau **ingénieur: 55 à 65% puis en baisse (autour de 25%)**

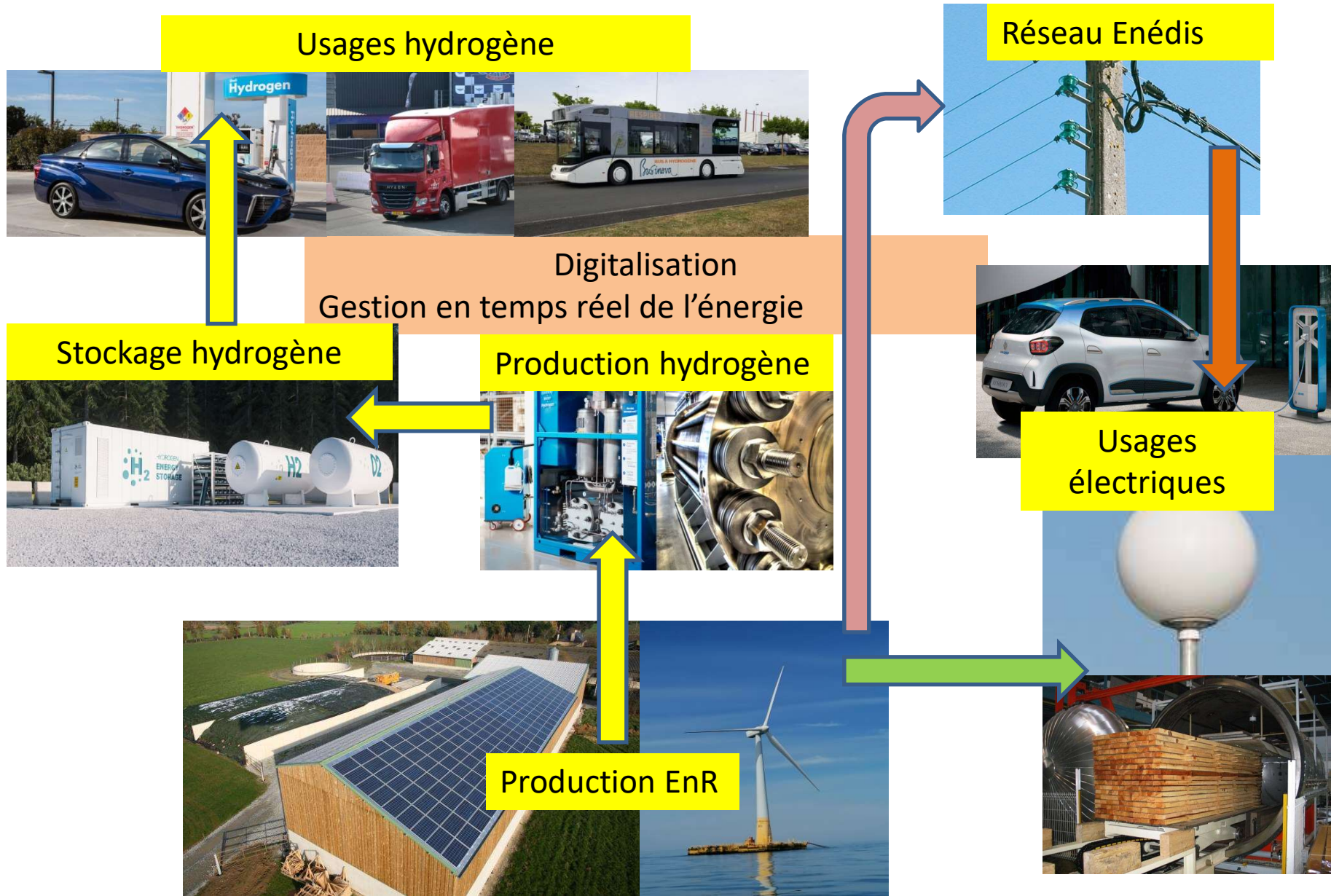
-niveau **technicien supérieur (BTS, IUT, licence professionnelle): 20 à 25%**

- niveau **technicien (bac pro ou équivalent): 15 à 20% puis en forte montée jusqu'à 45%**

Attention ! métiers en tension

L'hydrogène dans la transition énergétique

Exemple de déploiement énergétique Production EnR - Usage



L'hydrogène dans la transition énergétique



Axe de réflexion des territoires

- Inventorier les potentialités de production EnR: hydraulique, éolien, photovoltaïque, bio masse, géothermie
- Inventorier les usages potentiels de l'énergie sous toutes ses formes: mobilités individuelles, transport publics, livraisons, services nettoyage, collecte déchets, éclairage public, chauffage, industrie, agriculture, filière bois
- Connaître les réseaux d'alimentation en énergie existants (gaz, électricité, hydrogène, autres) et identifier les distributeurs nationaux ou locaux
- **L'hydrogène peut devenir un vecteur de stockage local** lorsque les EnR ne produisent pas, il peut aussi être utilisé directement sur les systèmes adaptés, il peut aussi venir d'ailleurs et ne pas nécessiter de production EnR locale
- Faire une étude de faisabilité et de cohérence énergétique: AREC, Bureaux d'études, ADEME...

L'hydrogène dans la transition énergétique



Remerciements aux structures impliquées dans l'hydrogène

- **groupe HYDEO de l'agence AD'OCC**
- **ADEME**
- **Pôle DERBI**
- **France HYDROGENE**
- **AREC**
- **EVEER'HY PÖLE/H2TEAM**
- **AVERE OCCITANIE**
- **Groupe de travail GENHYO
(Rectorat/Région/Université fédérale Toulouse)**
- **Conseil régional OCCITANIE PYRENEES MEDITERRANEE**