

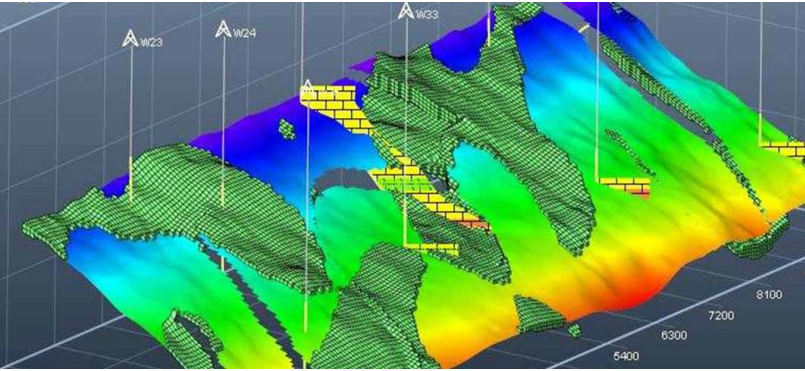


14 avril 2021 : Petit déjeuner stratégique



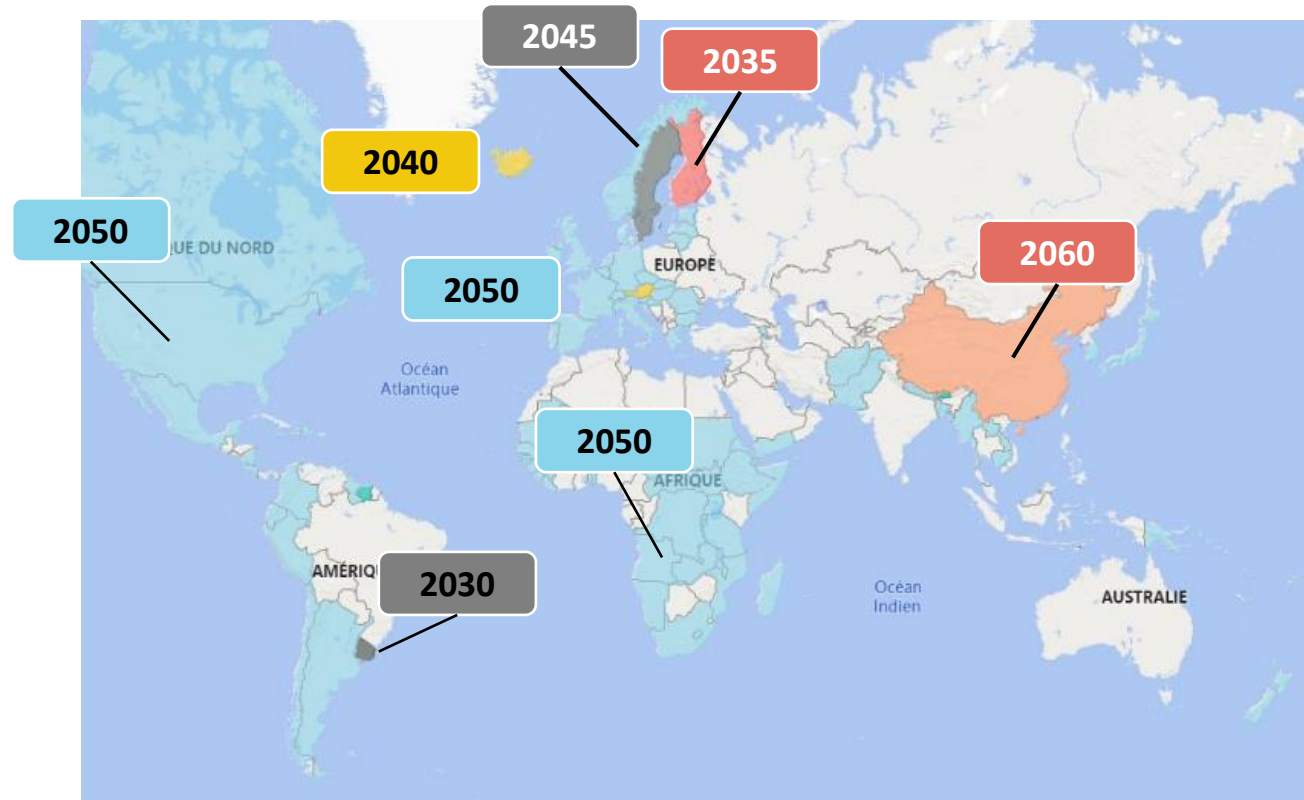
# Transition énergétique et écologique : quels défis pour la recherche ?

**Pierre-Franck Chevet**  
Président IFP Energies nouvelles



# Transition énergétique et écologique enclenchée

Zero net carbone : ambition de plus en plus partagée

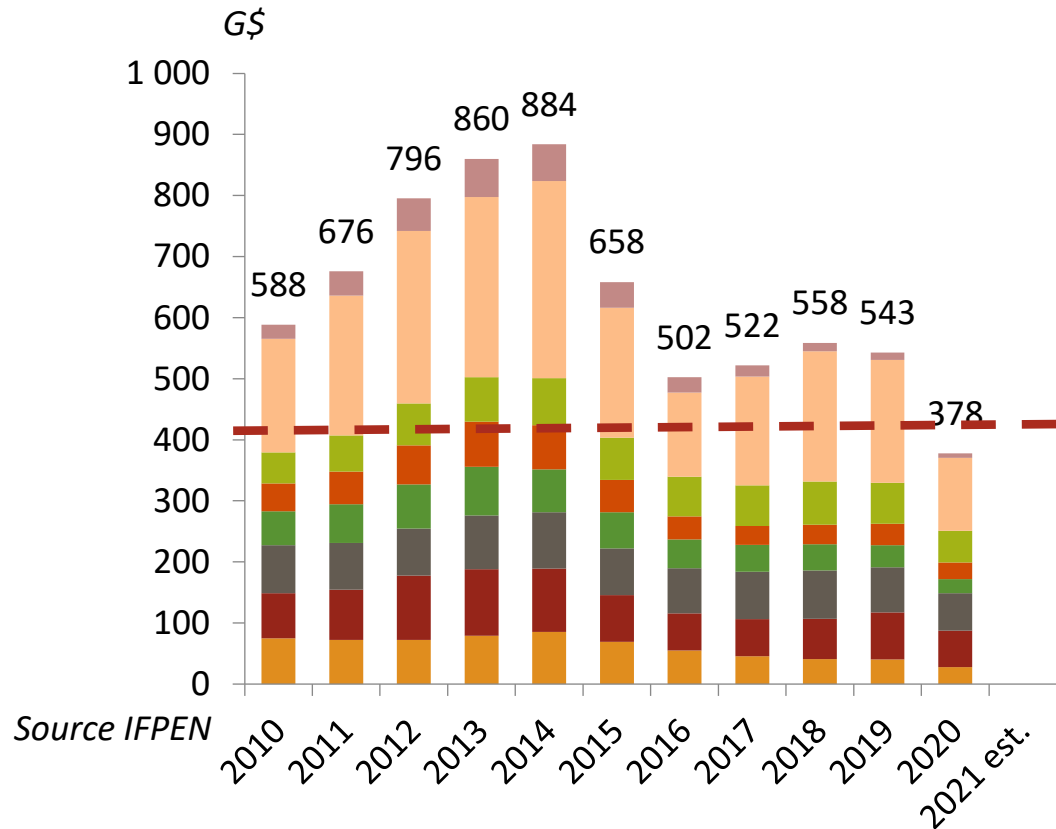


**CHINE, ETATS UNIS ET UNION EUROPÉENNE = 54% DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>**

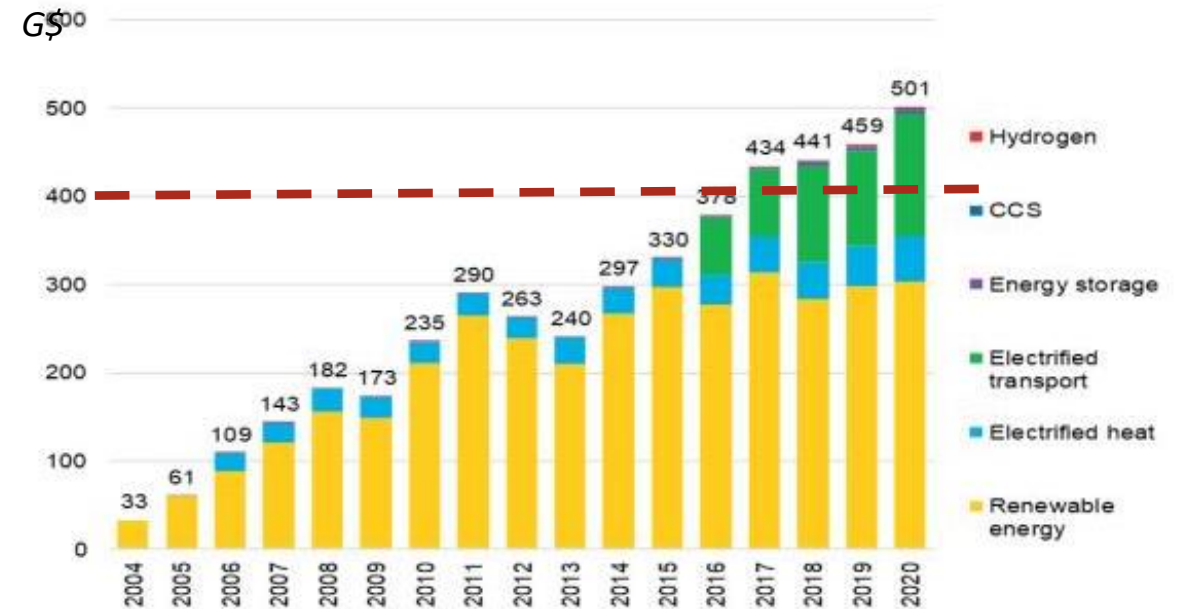
**38 PAYS ENGAGÉS SUR LA NEUTRALITÉ CARBONE  
ENJEU DE LA COP 26**

# Bascule visible et progressive des investissements

## Production d'énergies fossiles



## Développement des énergies renouvelables

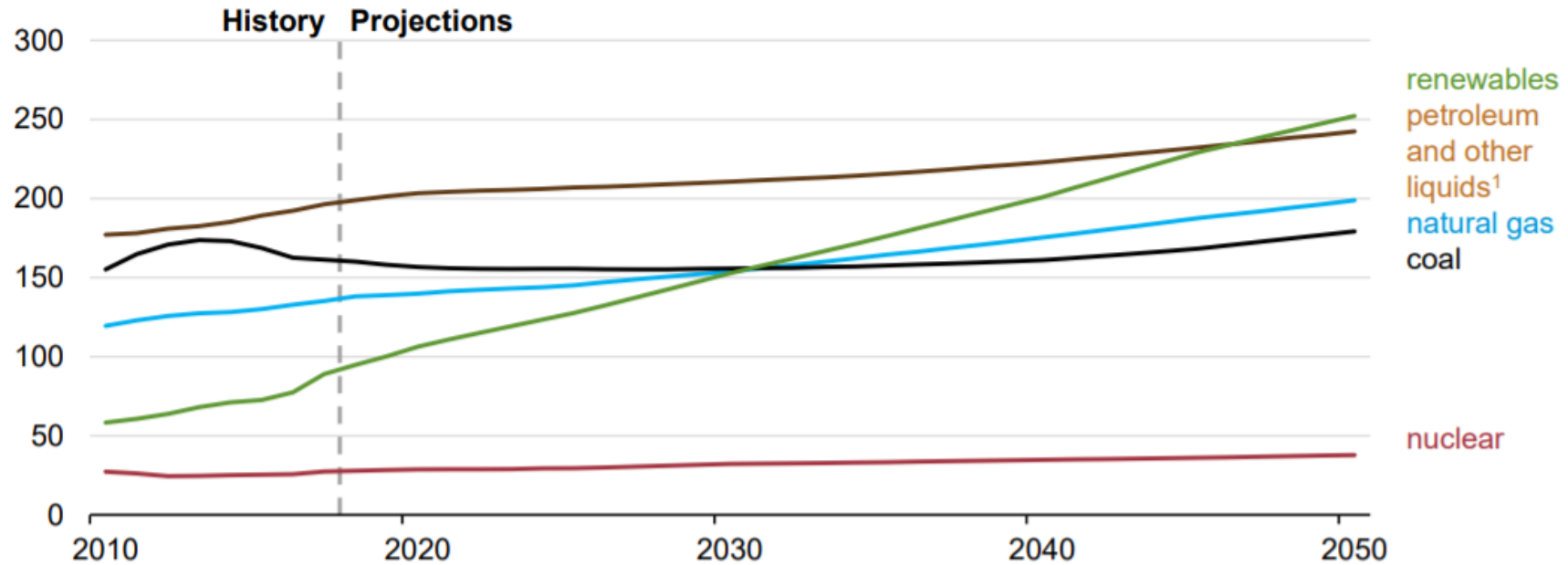


- Afrique
- Asie
- CEI
- Amérique Centrale et du Sud
- Europe
- Moyen-Orient
- Amérique du Nord
- Océanie

# Croissance attendue des énergies renouvelables

## Intégrée dans les scénarios à horizon 2050

Primary energy consumption by fuel, world  
quadrillion British thermal units



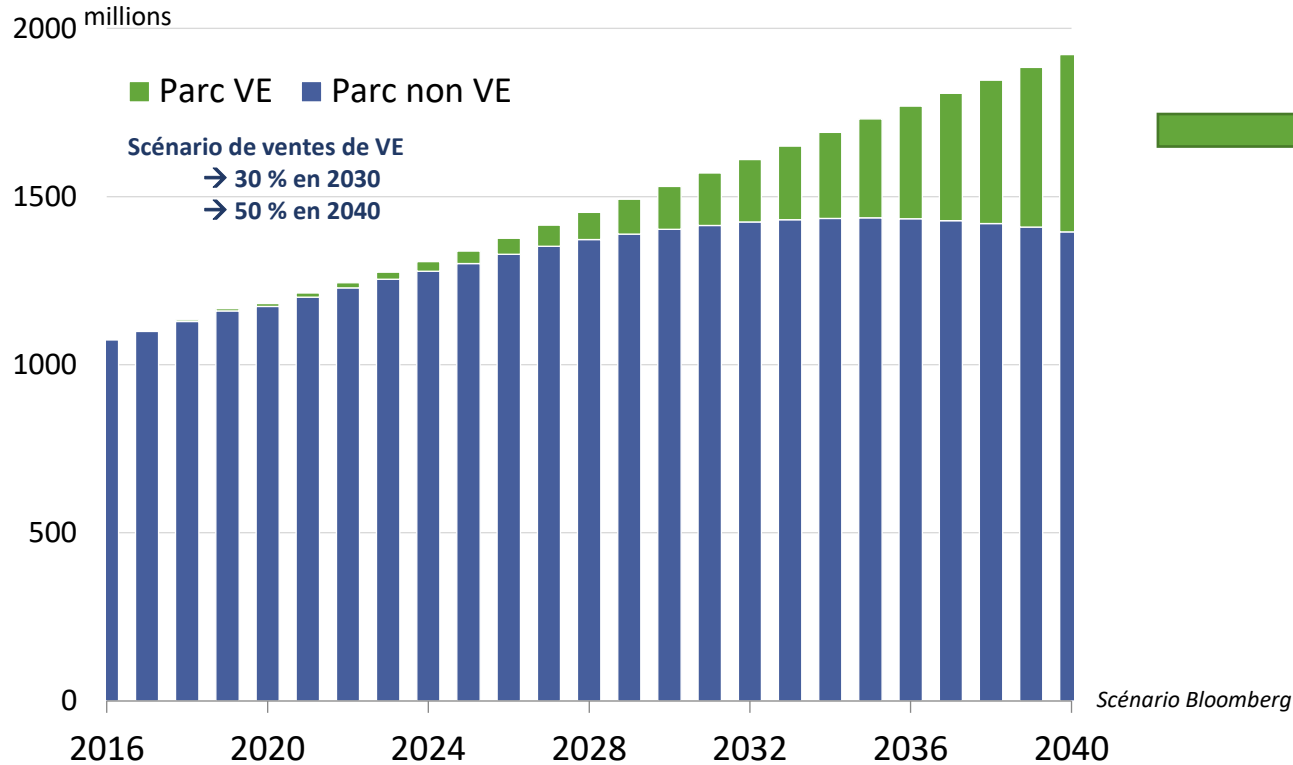
Source AIE, 2019

**ENERGIES RENOUVELABLES :  
PLUS FORTE HAUSSE ATTENDUE SUR LES 3 PROCHAINES DECENNIES**

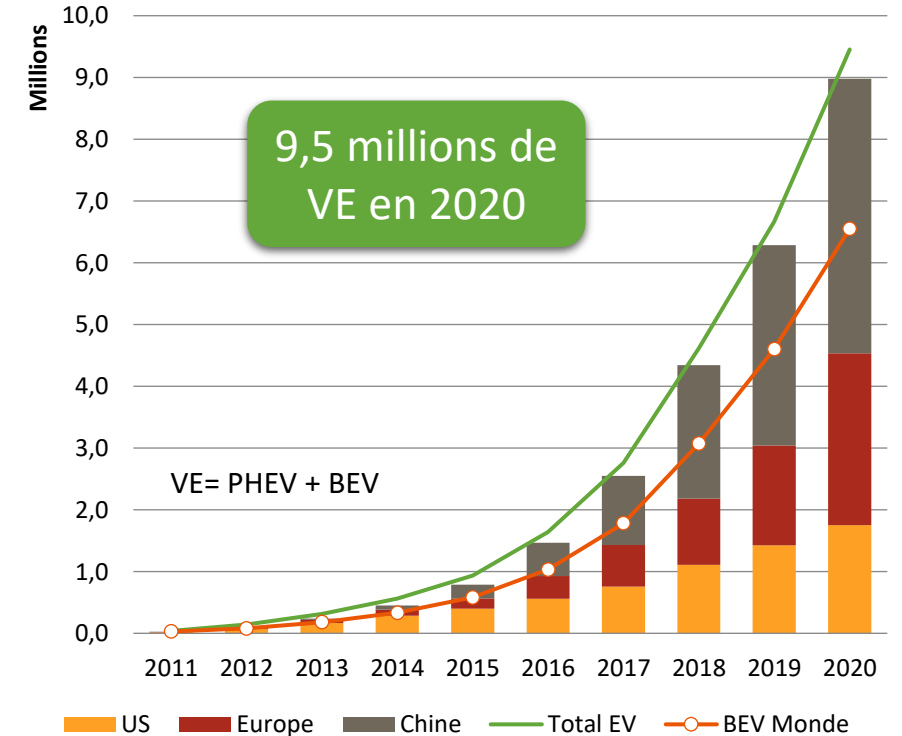
# Une traduction concrète : la décarbonation de la mobilité

## Evolution des stocks de véhicules

### Véhicules particuliers



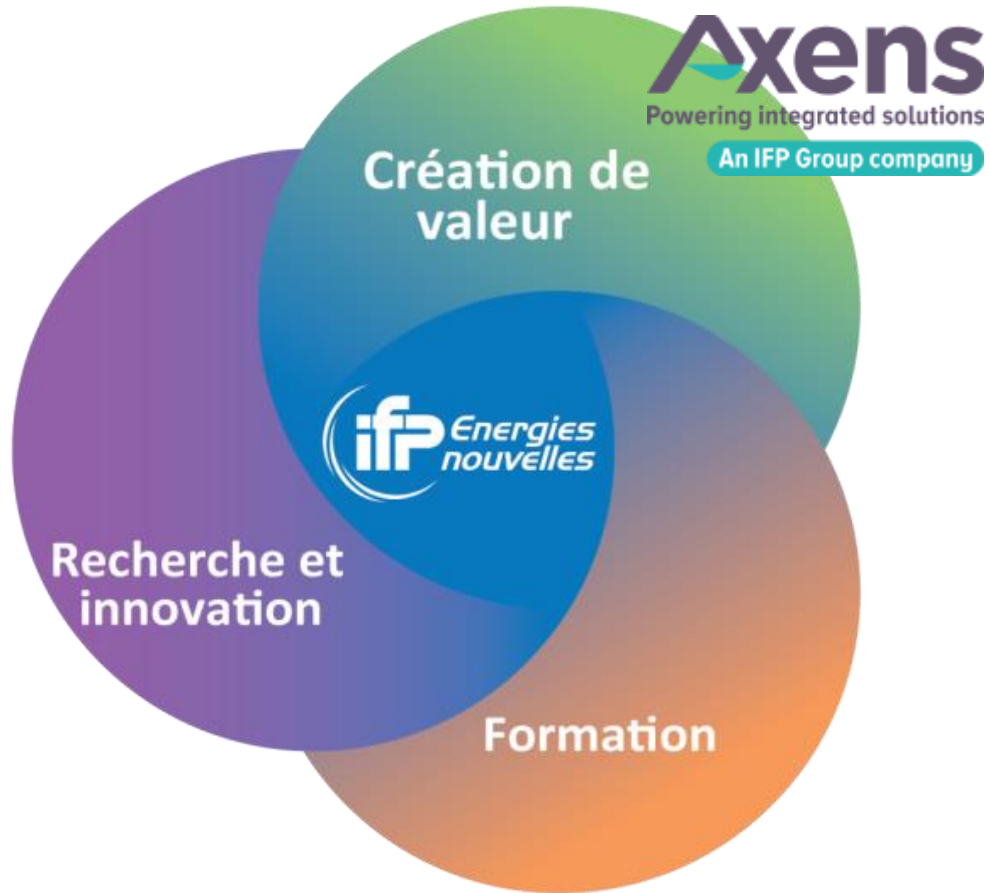
### Véhicules électriques



-> IMPACT DES VENTES DE VE SENSIBLE SUR LE LONG TERME

D'AUTRES SOLUTIONS SONT NECESSAIRES :  
BIOCARBURANTS, TRANSFERT MODAUX, PRIME À LA CASSE

# Recherche & Innovation @ IFPEN



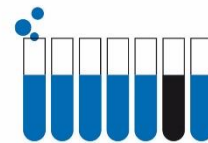
Plus de **50** métiers,  
du géologue  
au motoriste



Plus de **200**  
articles/an dans  
des revues scientifiques  
internationales



**13<sup>e</sup>** déposant  
de brevets  
en France (Inpi)



**10 674**  
brevets vivants



thésards et  
postdoctorants

# Des femmes, des hommes et des ressources



**1 633** (équivalent  
temps plein - ETP)



**1 136** ingénieurs et techniciens  
dédiés à la recherche



**2** sites :  
Rueil et Solaize



**124,5 M€**  
de dotation  
budgétaire en 2019



**156,1 M€**  
de ressources  
propres en 2019



**60 %**  
du budget IFPEN  
consacré aux NTE

L'un des seuls organismes de recherche public français à financer  
**55 %** de son budget par des ressources propres

## Quatre domaines d'activités

### Climat, environnement et économie circulaire

*Développer de nouvelles technologies dans les domaines du recyclage des plastiques, de la qualité de l'air, de l'interaction sous-sol climat, du captage et stockage du CO<sub>2</sub>*

### Energies nouvelles

*Produire, à partir de sources renouvelables, des carburants, des intermédiaires chimiques et de l'énergie*

### Mobilité durable

*Développer des solutions pour des transports efficaces et à faible impact environnemental*

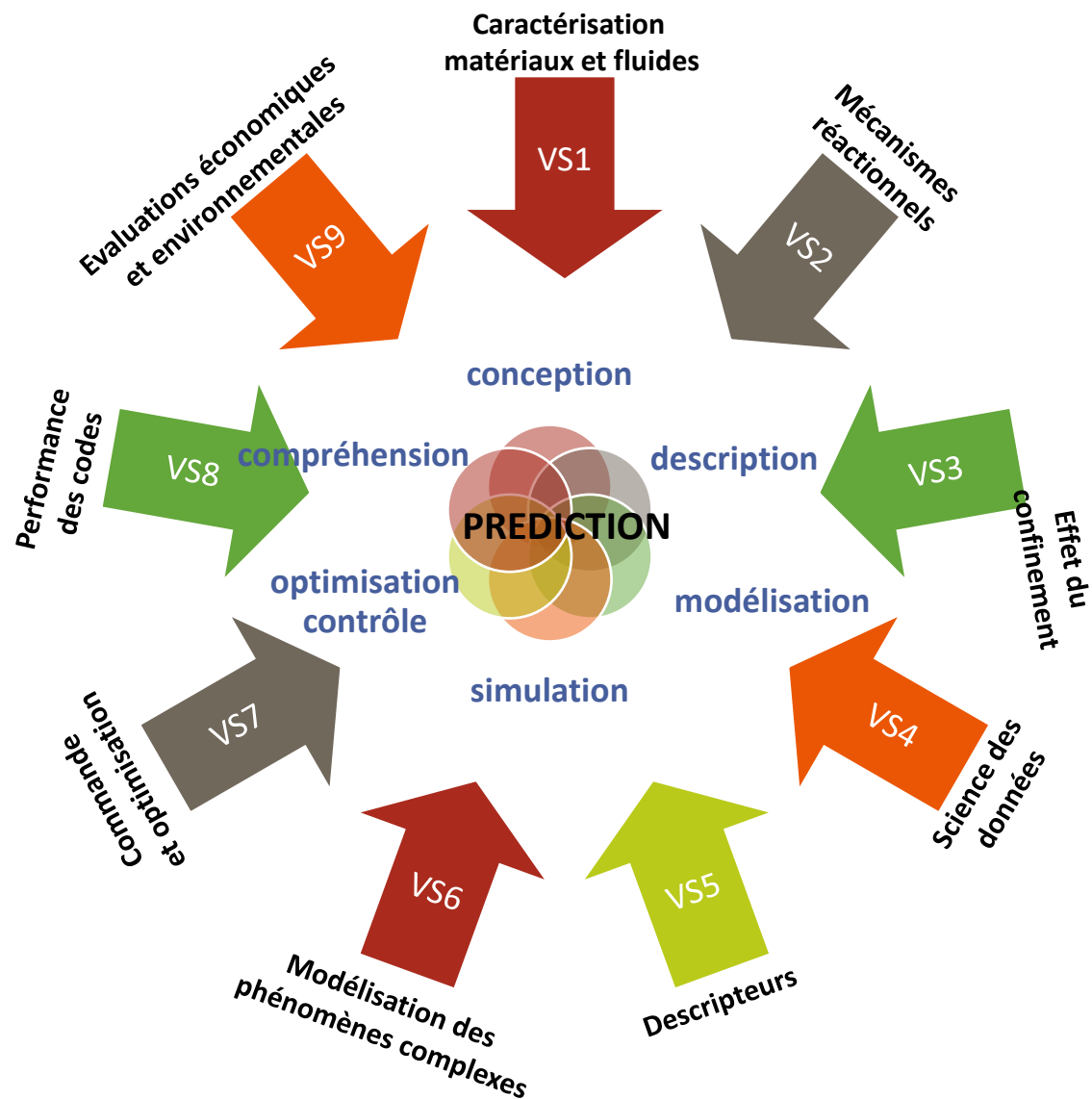
### Hydrocarbures responsables

*Proposer des technologies visant à satisfaire la demande en énergie et en produits chimiques, en réduisant l'impact environnemental*

La **recherche fondamentale**, socle pour le développement de nos innovations



# Une recherche fondamentale structurée par verrous



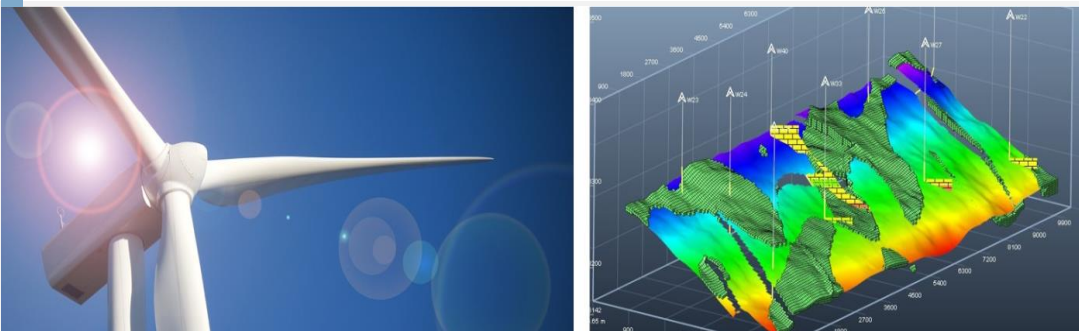
et intégrant des collaborations



**210**  
thésards  
post doctorants,  
stagiaires

# Une recherche partenariale publique-privée...

## CARNOT IFPEN RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES



Les travaux R&I d'IFPEN dans le domaine des **ressources énergétiques** sont menés dans le cadre du :

**Carnot IFPEN Ressources Energétiques**

Labellisé depuis **2020**



## CARNOT IFPEN TRANSPORTS ENERGIE



Les travaux R&I d'IFPEN dans le domaine des **transport** sont menés dans le cadre du :

**Carnot IFPEN Transports Energie**

Labellisé depuis **2006**



# ...permettant un accès rapide des technologies vers le marché

## Quelques exemples :

### Un groupe industriel



#### SOLUTION DE FLOTTEUR ET D'ANCRAGE



Technologie de flotteurs et ancrage pour éoliennes flottantes

**2023** : Mise en service de **3** éoliennes de **8 MW** au large de Fos-sur-Mer (projet Provence Grand Large par EDF Renewable)

### Une PME japonaise



#### RECYCLAGE CHIMIQUE DES PLASTIQUES



Valorisation des déchets à base de PET colorés (**bouteilles, films, barquettes ou textiles**) par dépolymérisation et purification

Etape de démonstration : fin **2021**

### Une start-up



#### SERVICES POUR VELO



Compagnie des mobilités/Geovelo

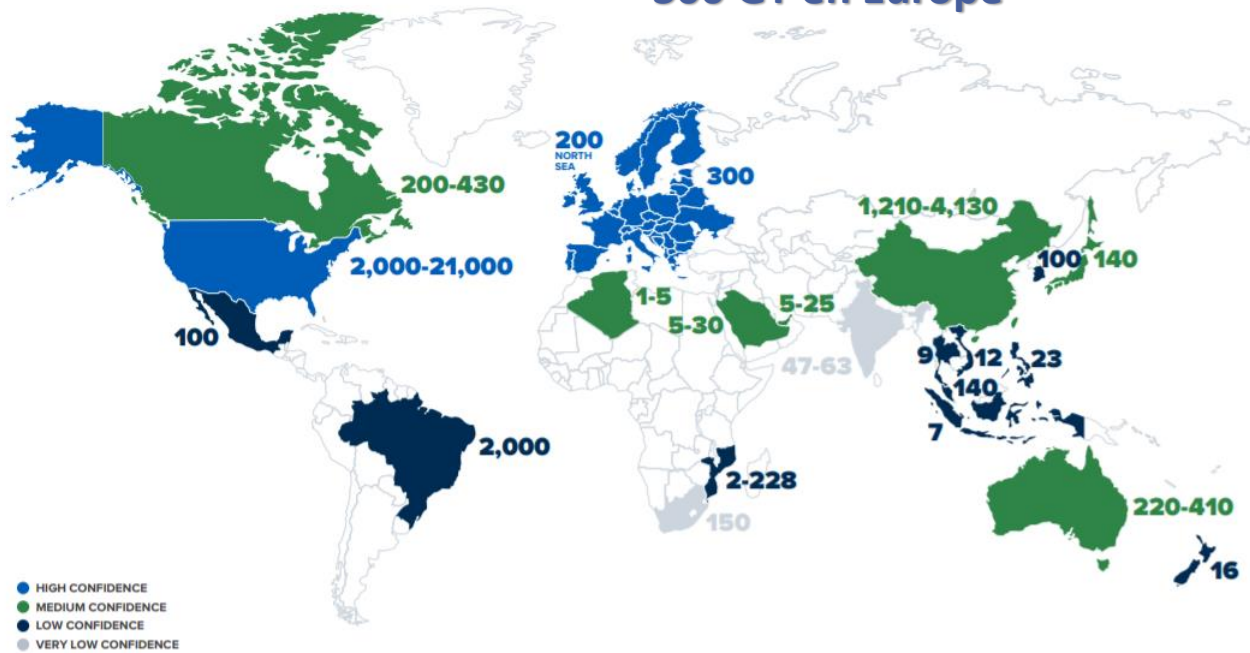
Cartographie et services pour vélo via smartphone

# 1<sup>er</sup> exemple : CO<sub>2</sub> / CCUS, une nécessité pour atteindre la neutralité carbone

## Contribution pouvant atteindre 15% sur la baisse des émissions de CO<sub>2</sub> en 2070

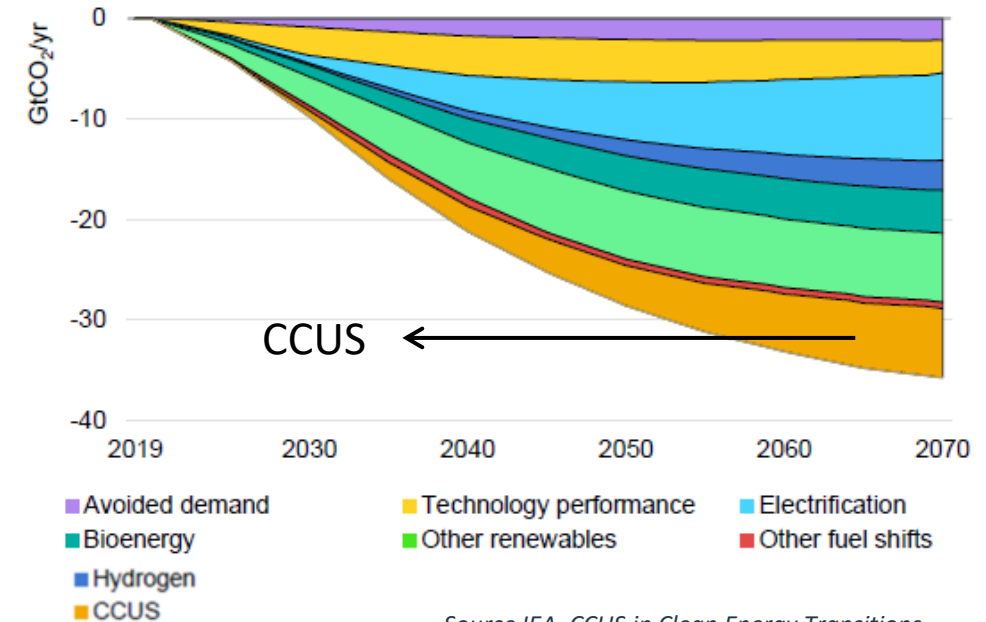
Un potentiel de stockage énorme, mais...

300 GT en Europe



Source Global CCS Institute

Un rôle majeur à terme

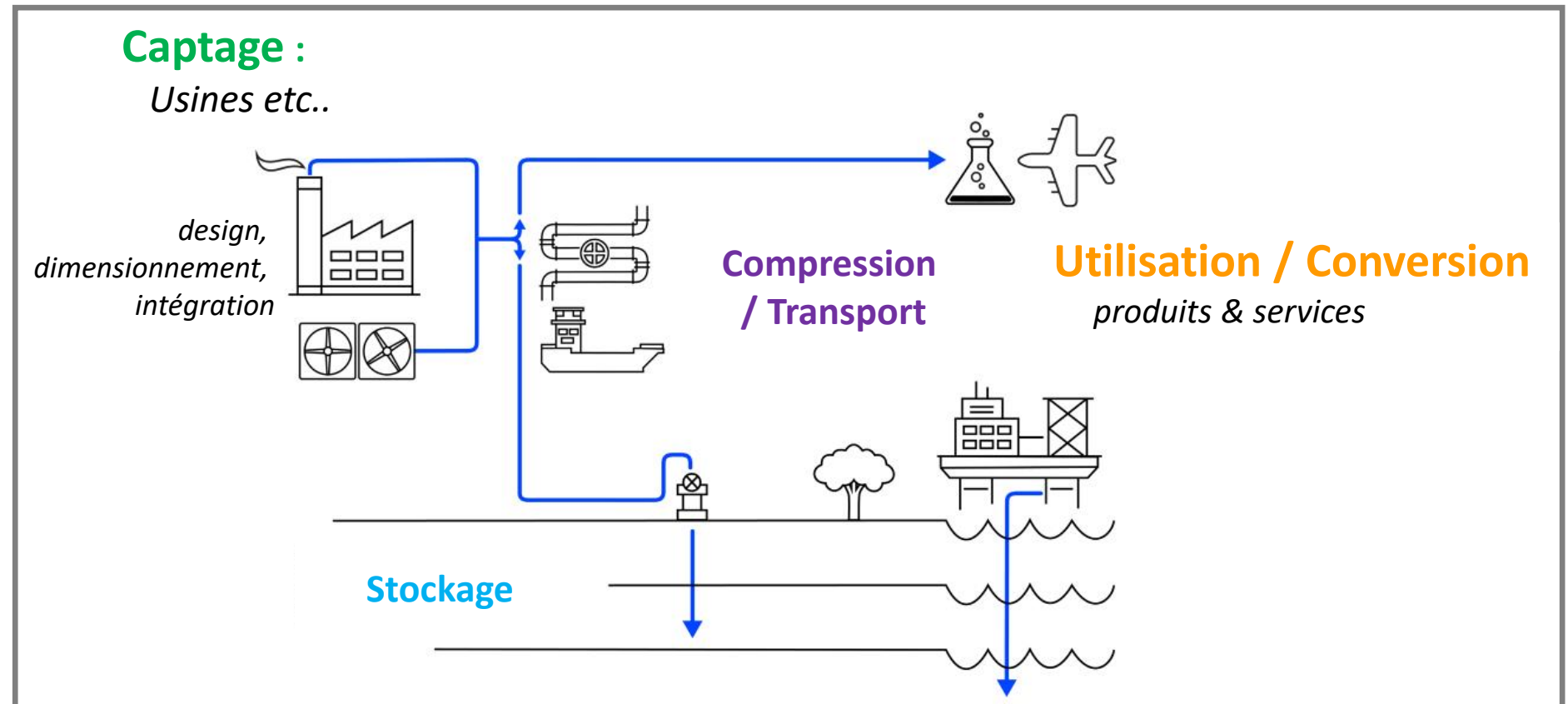


Source IEA, CCUS in Clean Energy Transitions

Une technologie déjà déployée : 26 unités captent 40 Mt/an dans le monde  
Applications pour le secteur industriel et pour la production d'électricité et d'hydrogène

# 1<sup>er</sup> exemple : CO<sub>2</sub> / Valorisation

## Une chaîne de valeur en cours de développement



### Externalités

- Analyses
- Réglementation
- Acceptabilité
- Scénarios

# 1<sup>er</sup> exemple : CO<sub>2</sub> / Procédés IFPEN

## Des technologies proches de la maturité

### Procédé AGAT

- *Gaz naturel, gaz de raffineries, syngas*



### Procédé DMX

- *Gaz de haut-fourneaux, centrale charbon, centrale biomasse, incinérateurs, cimenteries*



### Procédé CLC

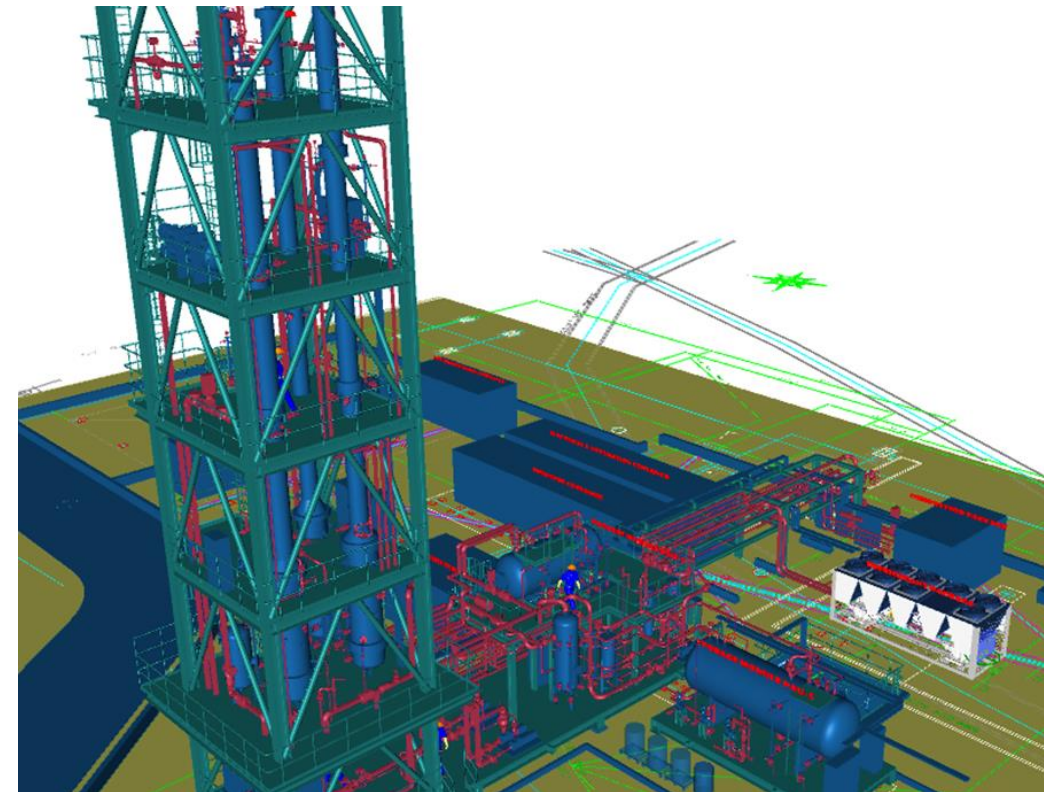
- *Raffinage, pétrochimie, centrale biomasse, déchet*



## Démonstrateur DMX<sup>TM</sup> (H2020)

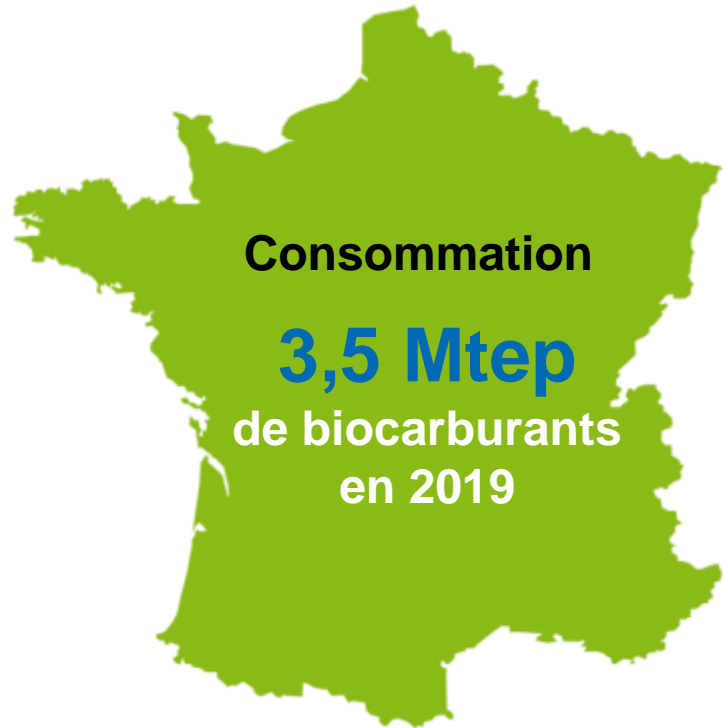
Construction à Dunkerque pour capter le CO<sub>2</sub> des gaz sidérurgiques de l'usine d'**ArcelorMittal**

Début du projet : mai 2019 (48 mois)



## 2<sup>ème</sup> exemple : biocarburants

### Solution efficace pour décarboner le secteur du transport



**(7.4%<sub>énergie</sub> de la consommation totale de carburant)**

**Potentiel estimé : 30%**

- *Des atouts*

*pas de modification d'infrastructures*

*déployable à CT pour **décarboner** le **secteur aérien***

- *Une **réalité industrielle** en France et dans le monde*

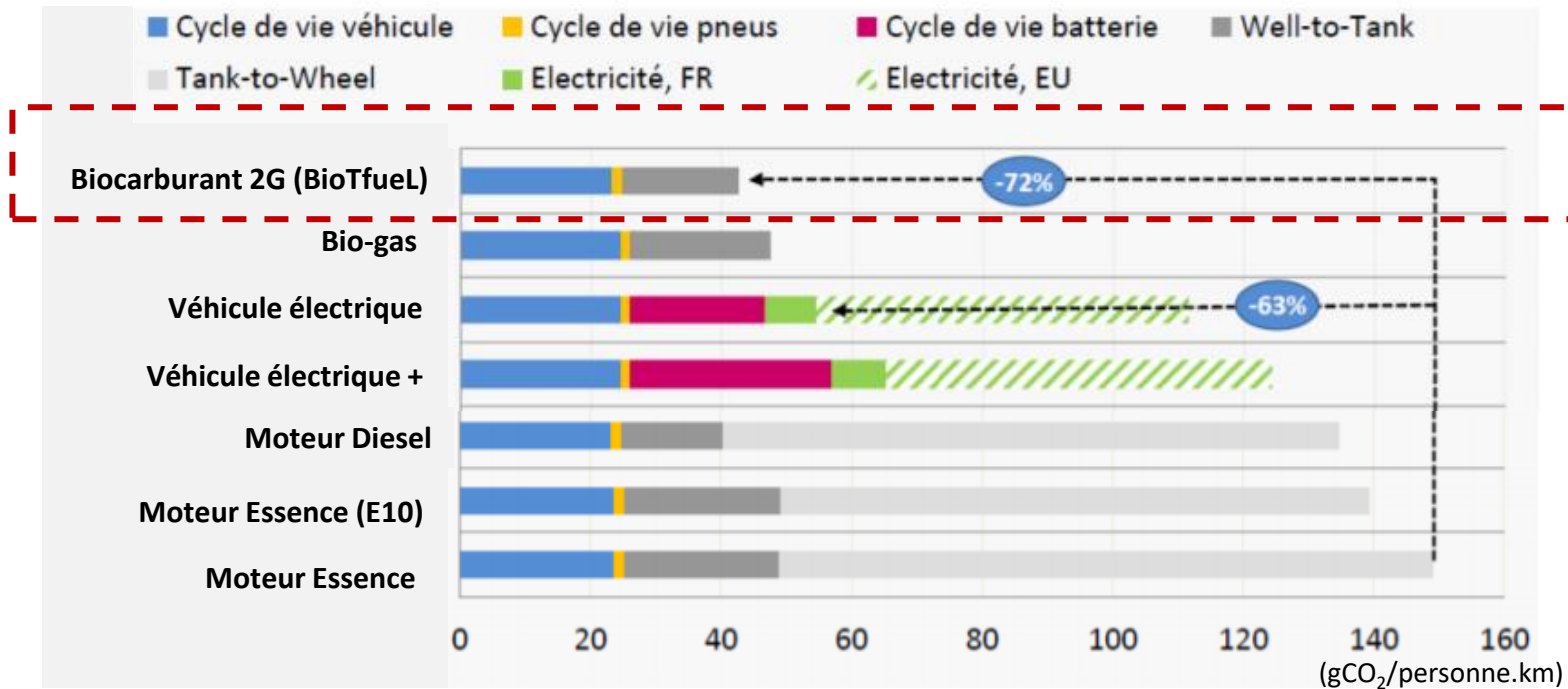
*Technologie 1G mature, **2G en cours de démarrage***

- *Une solution **créatrice d'emplois***

*industriels, agricoles et sylvicoles sur le territoire*

## 2<sup>ème</sup> exemple : biocarburants

### Une filière 2G très attendue au regard des ACV



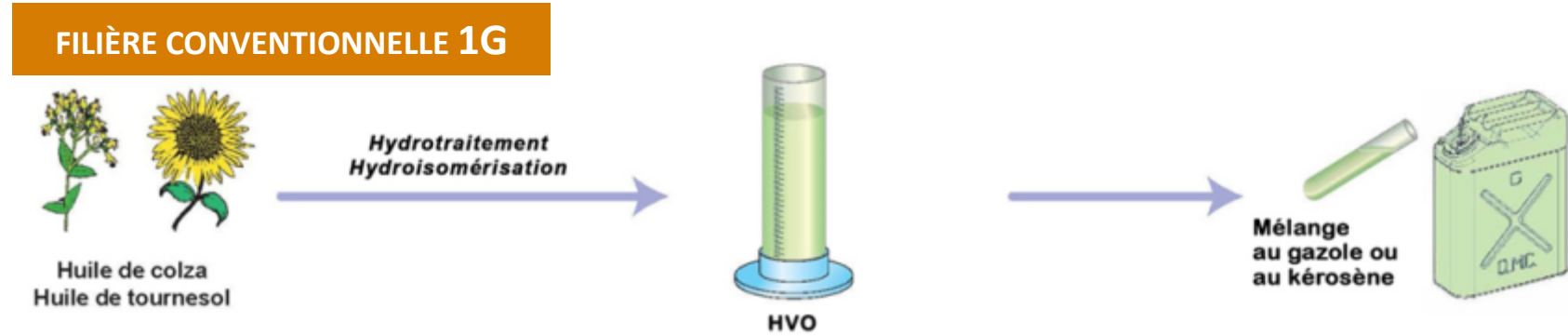
**Biocarburant 2G :**  
Réduction de 72% des  
émissions de GES

*Comparaison des émissions de gaz à effet de serre pour différents types de motorisation (électrique et électrique à grande autonomie, moteur thermique à carburant classique et biocarburants)*



# 2<sup>ème</sup> exemple : biocarburants / procédés IFPEN

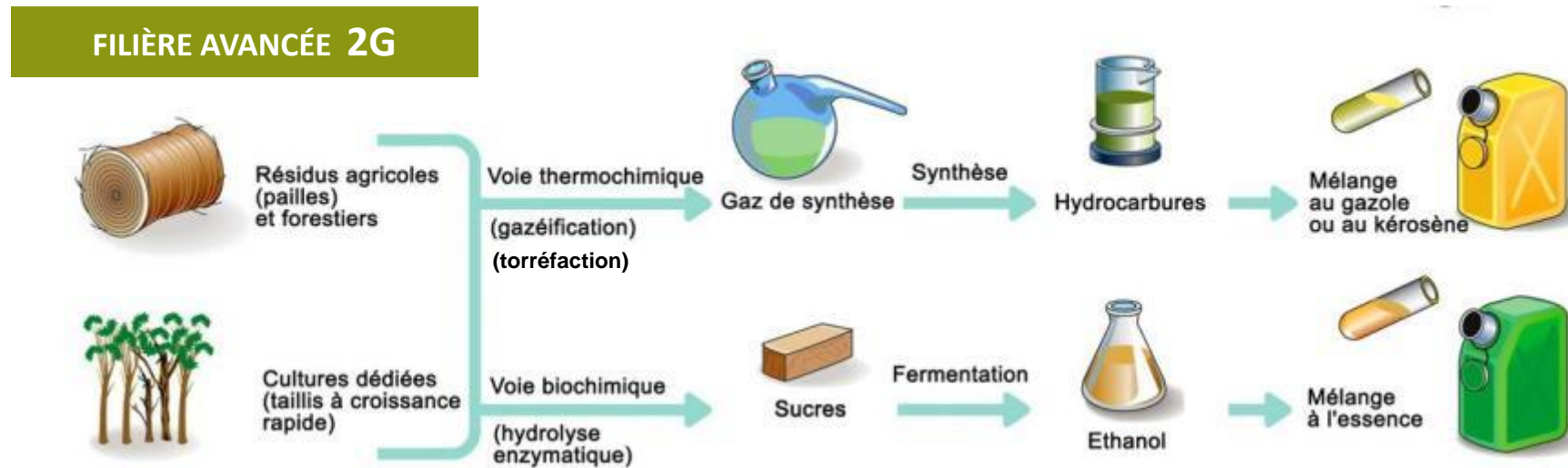
Procédé IFPEN : *Vegan*<sup>TM</sup>



Procédés IFPEN :

PROJECT **Biofuel**

Projet **FUTUROL**  
PROCETHOL 2G



# 3<sup>ème</sup> exemple : recyclage chimique des plastiques

Une prise de conscience sociétale



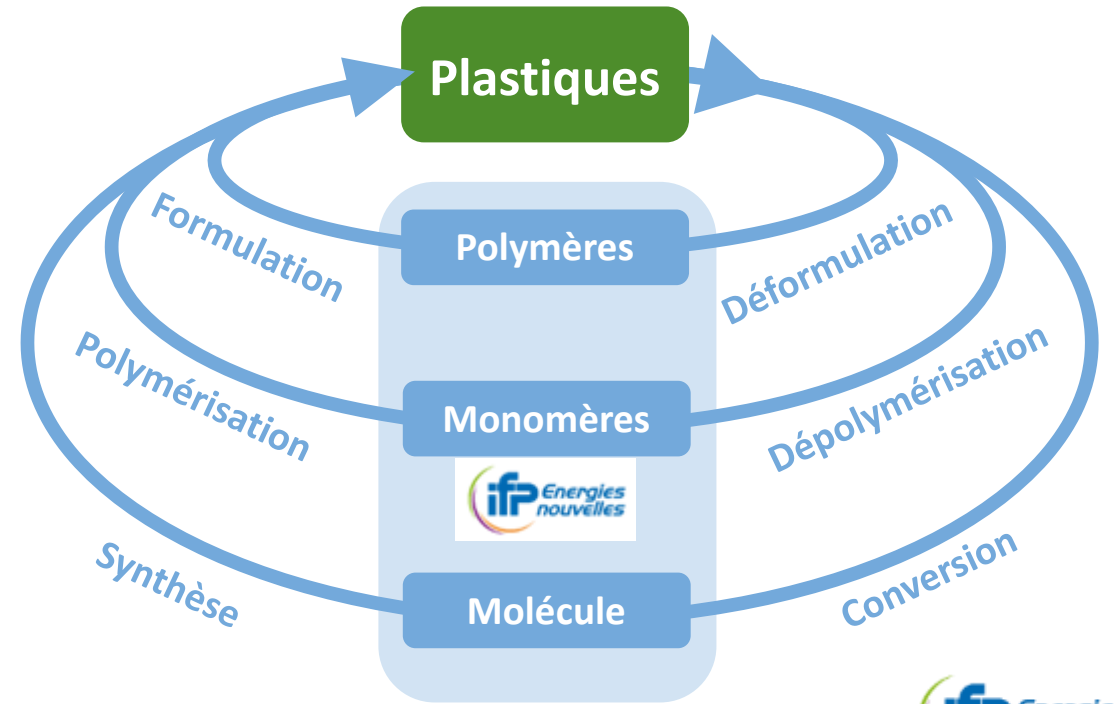
Ex : réglementation des sacs plastiques dans le monde

Des premiers résultats concrets :

- *Evolutions réglementaires*
- *Comportement des consommateurs en évolution*
- *Adaptation des industriels*
- *Limitation de l'utilisation de nouvelles ressources*

Développement de procédés de recyclage chimique :

- Vers le polymère
- Vers le monomère ->
- Vers les molécules de bases



# 3<sup>ème</sup> exemple : recyclage chimique des plastiques / procédés IFPEN

## Projet IFPEN GLYPET :

- Valoriser les déchets à base de PET  
(colorés, opaques ou thermoformés)  
(bouteilles, films, barquettes ou textiles)  
par **dépolymérisation** et **purification**

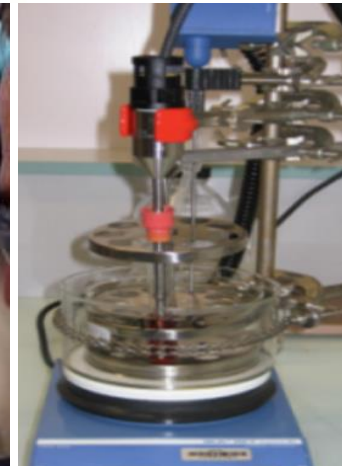
## Procédé REWIND PET :



JEPLAN  
Japan Environment PLANning

Axens  
Powering integrated solutions

Démarrage étape de démonstration  
fin **2021**

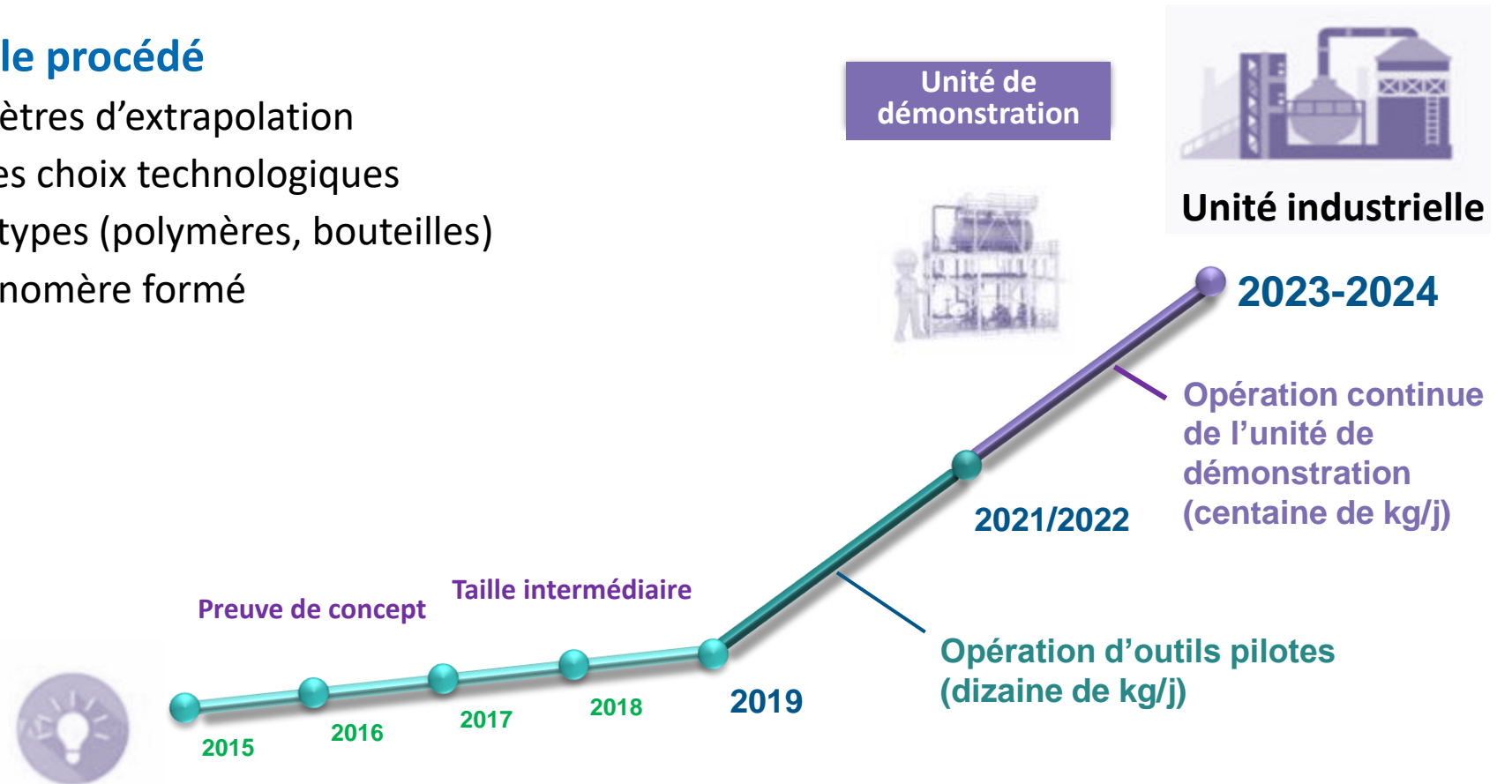


# 3<sup>ème</sup> exemple : recyclage chimique des plastiques / procédés IFPEN

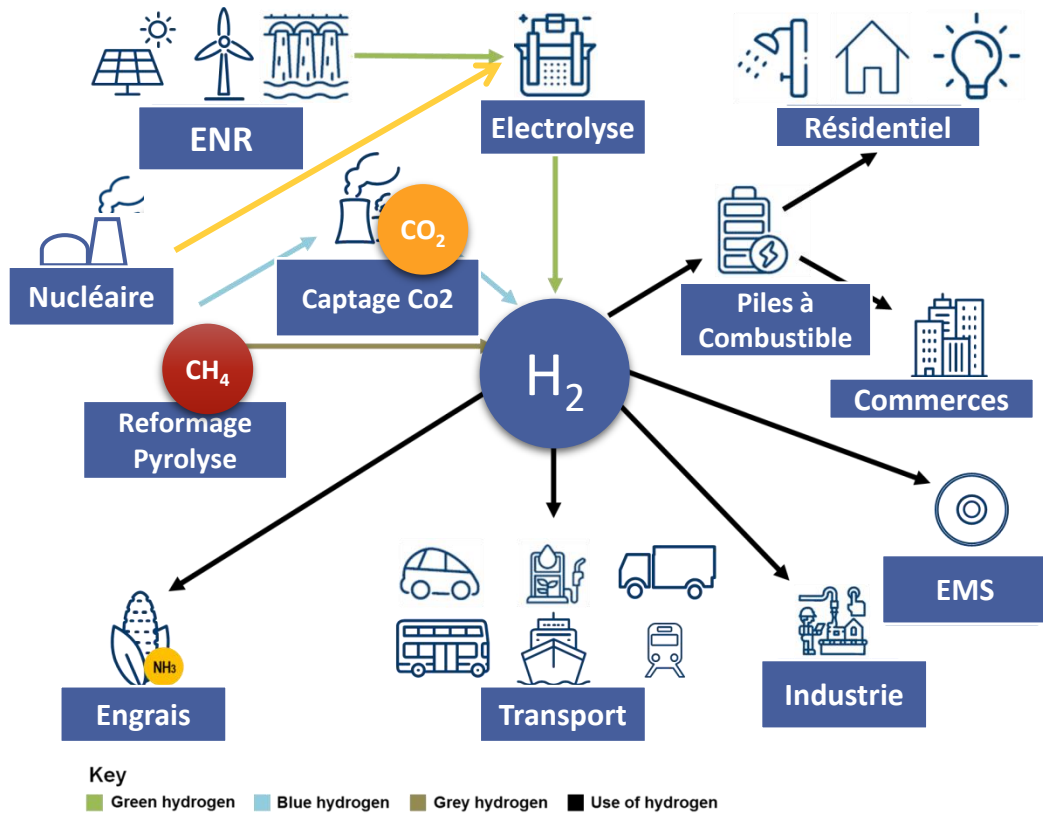
Procédé **REWIND PET** :   

## Objectif : démontrer le procédé

- Acquérir les paramètres d'extrapolation
- Lever les risques des choix technologiques
- Produire des prototypes (polymères, bouteilles)  
à partir du monomère formé



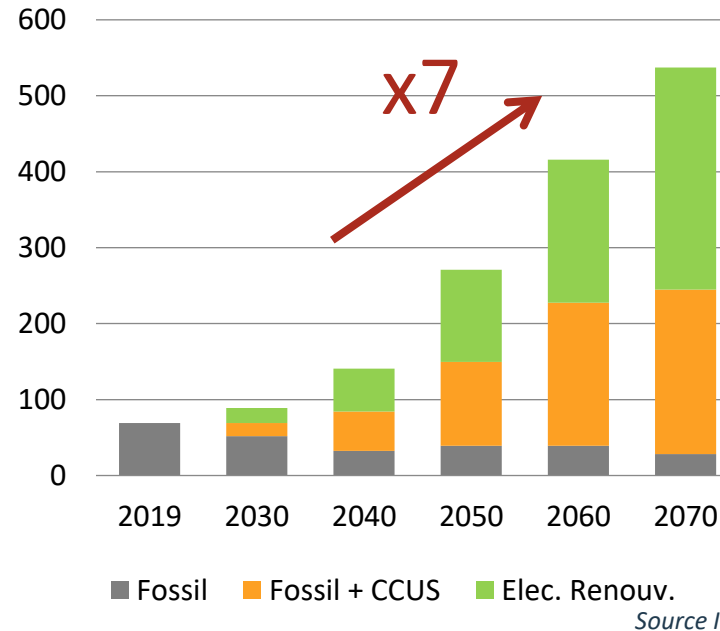
# 4<sup>ème</sup> exemple : hydrogène / production et usages



Plans stratégiques pour le développement de l'Hydrogène publiés en 2020



Mt Marché H<sub>2</sub> dans le monde



- Baisse coût reformage + CCUS
- Baisse du CAPEX des électrolyseurs
- Baisse coûts EnR & Prix électricité
- Baisse du coût des véhicules
- Développement de nouvelles technologies

**Production : H<sub>2</sub> bleu** une opportunité pour le développement de l'hydrogène  
**Usages : Industrie et mobilité lourde** sont les cibles principales

# 4<sup>ème</sup> exemple : hydrogène / positionnement IFPEN

## Actions R&I



Production	Hydrogène décarboné par captage de CO <sub>2</sub>	
	Hydrogène naturel	
Transport	Matériaux du réseau de transport: acier, polymères,..	
Stockage	Interaction Matériaux puits-cavité	
Mobilité	Biocarburants	Faisabilité e-BioTfuel
	Groupe Moto Propulseur	Motorisation à Combustion Interne Hydrogène
		Filière PAC / optimisation système

## Actions recherche fondamentale

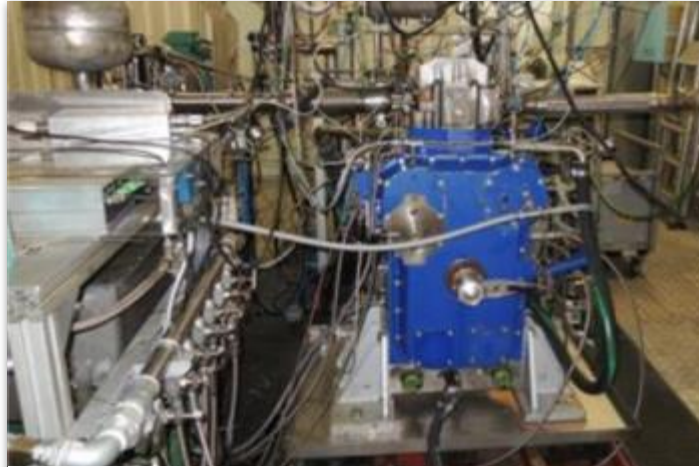
Mécanismes photochimiques, corrosions,

Caractérisation des systèmes électrochimiques, impacts économiques ...

## 4<sup>ème</sup> exemple : hydrogène / motorisations à combustion interne



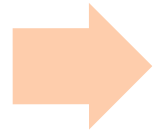
Tests sur banc mono-cylindre



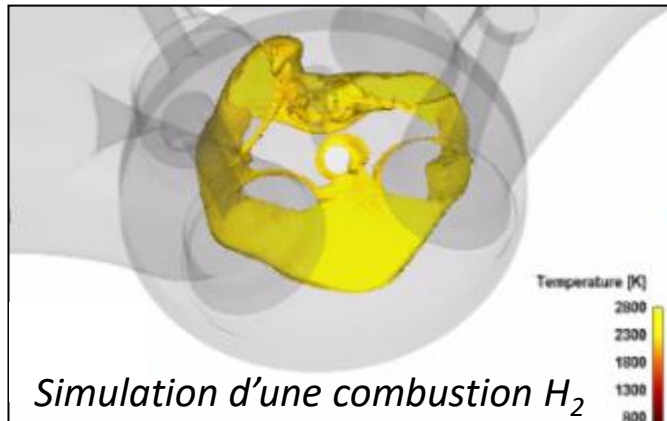
Tests sur banc multi-cylindre



2020



2021



Optimiser la combustion hydrogène par simulation  
(rendement maximisé et émissions minimisées)



# Quels défis pour la recherche ?

Un objectif de neutralité carbone à atteindre  
& une dynamique enclenchée



- Mobiliser
  - Recherche
  - Partenariats publics & privés



- Effort conséquent de R&I sur les technologies bas carbone :
  - Pour augmenter les rendements , réduire les coûts
  - Pour terminer le déploiement industriel des technologies (ex. CCUS)

- Dispositifs de soutien public à adapter
  - Réglementation, taxe, prix du CO<sub>2</sub>





*Innovater les énergies*

Retrouvez-nous sur :

 [www.ifpenergiesnouvelles.fr](http://www.ifpenergiesnouvelles.fr)

 @IFPENinnovation

