

## L'énergie

- Force en action : associée à la puissance et la capacité à vaincre l'inertie des choses
- Capacité d'un système à modifier son état
- Quantifiable mais abstraite
- Tout phénomène physique demande énergie
- Puissance tributaire d'un flux d'énergie
- Croissance éco : faire + = accroissement des besoins énergétiques

## Energies utilisables par l'Homme (libres)

- Fossiles : forage dans la terre
- Biomasse : végétaux transformés
- Nucléaire : réaction d'un noyau atomique
- Cinétique : se produit dès qu'il y a un mouvement

## 8 types d'énergies libres

### Energie de la gravitation

- Tout objet est attiré par la Terre
- Lorsqu'il tombe, se transforme en EC
- Turbine capte EC = électricité
- (ex : hydraulique : eau qui s'écoule met en mvt les turbines)

### Energie cinétique

- Corps en mvt = énergie de mvt = EC
- Présente partout
- (ex : vent, cours d'eau, vagues, objet)

### Energie rayonnante ou radiative

- Repose sur principe du rayonnement électromagnétique par déplacement de particules ou d'ondulation
- Pour allumer ampoule ou appareil de chauffage
- Produite par le soleil
- (ex : rayons X, infrarouge, ultraviolets, ondes radio, lumières visibles)

### Energie chimique

- Mélange de produits chimiques : réactions
- Liaison d'atomes dans les molécules par source de chaleur

- (ex : combustion énergies fossiles, piles ou batteries)

### Energie nucléaire

- Par chaleur dégagée par fission (diviser l'élément le + petit) d'un minéral combustible : uranium
- Principe : énergie nécessaire pour casser le noyau soit inférieure à celle dégagée par les neutrons
- Ex centrale nucléaire : chaleur produite par réactions en chaîne au sein d'un réacteur est utilisée pour transformer l'eau en vapeur qui permet de mettre en mvt turbine génératrice d'électricité

### Energie électrique

- Liée aux phénomènes électriques : circulation du courant électrique
- Associée au déplacement des électrons à travers matériau conducteur
- Electricité : foudre, influx nerveux, statique par frottement ou mise en contact de matériaux différents, source d'énergie

### Energie magnétique

- Aimants permanents émettent champs magnétiques : bobines où circulent courants électriques
- Permet de faire tourner un moteur

### Energie thermique

- Manifestation de l'énergie sous forme de chaleur
- Par combustion ou rayonnement solaire
- Ex : géothermie, biomasse, solaire thermique

## La modélisation

Modèle = représentation simplifiée de la réalité

La chaîne de l'extraction d'énergie primaire (pas utilisable mais transformée) à l'obtention de biens et services énergétiques

- EP sous stocks ou flux est extraite de l'environnement puis transformée par industrie de l'énergie
- Energies finales sont consommables par procédés industriels qui vont produire biens et équipements et infrastructures
- Ces objets peuvent servir dans industrie énergie ou industrie de biens ou autres

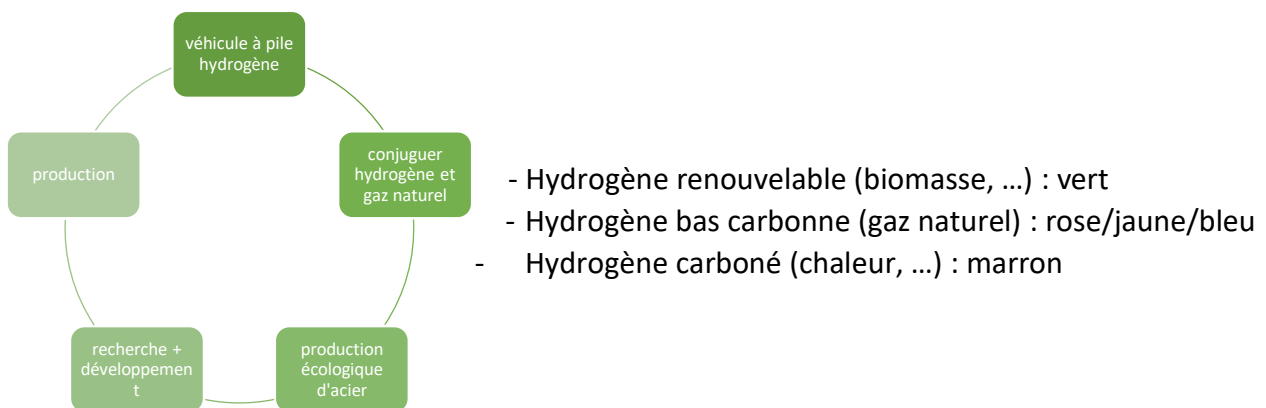
## La situation française en empreinte carbone

- Dépendance + élevées aux imports de produits pétroliers depuis 2011

- Importations nettes de pétrole en 2018 : + de 30% produits pétroliers et 70% pétroles brut contre 13% et 87% en 1990
- Transition énergétique : passé du fossile au renouvelable
- Vise à préparer l'après pétrole et à instaurer un modèle énergétique robuste et durable

## Nouvelle source d'énergie propre

HYDROGENE : pilier clé de la décarbonisation du système énergétique mondial



COULEUR	HYDROGENE GRIS	HYDROGENE BLEU	HYDROGENE TURQUOISE	HYDROGENE VERT
PROCESS	Vaporeformage ou gazéification	Vaporeformage ou gazéification avec capture de carbone (85/95%)	pyrolyse	électrolyse
SOURCES	Méthane ou charbon	Méthane et charbon	méthane	Electricité renouvelable

## Politique française

Plans nationaux pour l'hydrogène en France (neutraliser carbone)

2018 : technologie de rupture pour la transition écologique : 2050

Conseil national de l'hydrogène a défini stratégie nationale pour développement de l'hydrogène décarboné (7 milliards d'€)

3 objectifs :

- Décarboner l'industrie en faisant émerger une filière de l'électrolyse (séparer l'hydrogène de l'eau)
- Développer des mobilités lourdes à l'hydrogène

- Soutenir la recherche, l'innovation et le développement des compétences

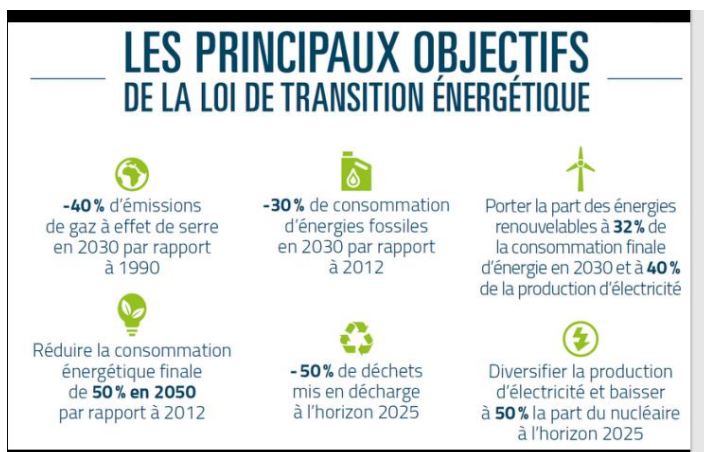
Moteur du regain d'intérêt pour l'hydrogène :

- Pression + forte pour limiter les émissions de CO2
- Baisse des coûts des énergies renouvelables et des technologies de l'hydrogène

Indicateurs de la dynamique croissante de l'hydrogène :

- Offensive stratégique dans les feuilles de routes nationales
- Alliances industrielles et dynamiques croissantes

Ce n'est pas parce qu'en 2050 nous réduirons de 50% notre consommation que nous réduirons la productivité de 50%



Transition énergétique possible :

- Meilleure qualité de l'air
- Economie sur achat énergie
- + de pouvoir d'achat
- Création d'emplois

## PESTEL

- Politique : Etat doit favoriser création d'écosystème (environnement formé par plusieurs acteurs pour un but donné)
- Economique : baisser coûts d'achats véhicules électriques pour inciter à acheter
- Social : utilisation hydrogène doit être acceptée par la société
- Technologique : performances des composants à coûts maîtrisés ; pile à combustible et réservoir à haute pression
- Environnemental : hydrogène ne rejette que de l'eau
- Législatif : homologation d'une autorisation de circuler

16 mai : conférence sur comment décarboner l'Europe ensemble, au-delà des frontières ?

- + une question de technologie que d'éthique

Ceci nous amène vers un écosystème européen de l'hydrogène étape par étape :

- Aujourd'hui à 2024 : + d'électrolyseur : produire de l'eau : ayant une capacité de production d'hydrogène renouvelable
- 2025 à 2030 : devenir une partie intrinsèque (essentiel) de notre système énergétique intégré
- 2030 : hydrogène renouvelable

### Le stockage

Hydrogène : gaz très léger qui occupe un volume important dans la pression atmosphérique : si on veut quantité importante il faut déployer d'énorme récipient

- Pour le stocker et le transporter, il faut le réduire
- Hydrogène liquéfié : utilise le moins de volume

### La production

- Eau (électrolyse)
- Electricité
- Biomasse (gazéification)
- Gaz naturel (reformage)

### La distribution

- Le moins de perte possible avec la mise en place de pipeline (tuyau pour transporter le gaz)
- Camion
- Train
- Bateau
- Poste de ravitaillement (bientôt)

D'ici 2050 : hydrogène de ville pour alimenter appareils électroniques/ménagers

### Utilisations finales

- Industrie
- Transport
- Electricité
- Bâtiments et collectivités

11 000 litres d'air pour avoir 1kg d'hydrogène

