



Centre de
Géosciences

MIG CO₂:

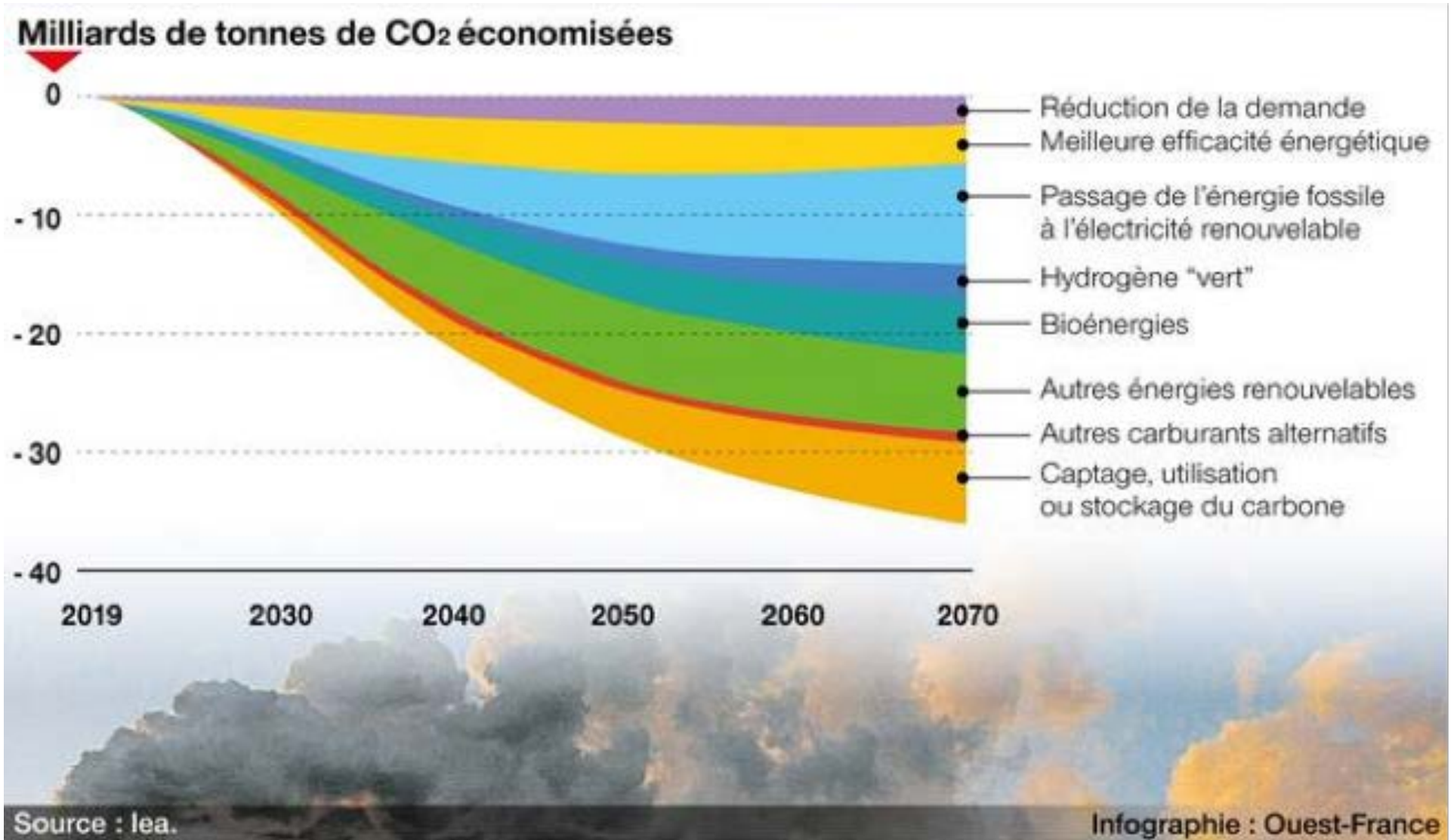
SON CAPTAGE, SON STOCKAGE ET SA VALORISATION





- un gaz incolore, inerte et non toxique, principal gaz à effet de serre à l'état naturel, avec la vapeur d'eau.
- Représentant 77% des émissions de GES d'origine humaine.
- Il résulte essentiellement de la combustion des énergies fossiles et du changement d'utilisation des sols (agriculture et déforestation).
- Il est surtout issu du secteur de l'industrie (utilisation d'énergies fossiles), de l'habitat (utilisation d'énergie pour le chauffage, l'éclairage, ...) et des transports (combustion de carburants).
- Sa durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 100 ans.
- En cinquante ans, la quantité de CO2 que l'humanité disperse chaque année dans l'air est passée de 15 à 36,8 milliards de tonnes. Dans ce total, la France pèse un peu plus de 1 % et la Chine presque 30 %.

CSCV (captage, stockage et valorisation du dioxyde de carbone)



Solutions pour parvenir à la neutralité carbone en 2070 selon l'AIE.

Captage du CO₂

-Captage postcombustion

L'objectif est d'extraire le CO₂ dilué dans les fumées de combustion. Ce procédé peut s'intégrer aux installations existantes, en tenant compte de la place disponible au sol et des modifications de rendement induites.

-Captage par oxycombustion

Il s'agit de produire une fumée concentrée en CO₂ en modifiant le procédé de combustion qui repose sur l'utilisation d'oxygène pur à la place de l'air.

-Captage précombustion

Avec ce type de procédé, l'objectif est de produire et de capter le CO₂ avant même la phase de combustion. A partir du combustible, d'oxygène et de vapeur d'eau, on forme du dihydrogène qui alimente la combustion et du CO₂ qui est isolé.

Captage du CO₂

Lors du traitement des fumées issues des combustions, quatre technologies principales sont utilisées :

-**L'absorption** : le gaz contenant les espèces à séparer est envoyé dans une colonne où il est mis en contact avec un solvant liquide qui dissout le gaz à séparer et permet de l'isoler du reste des fumées.

-**L'adsorption** : le procédé est le même que pour l'absorption mais le solvant est remplacé par un adsorbant solide et il y a passage du gaz à séparer vers l'adsorbant.

-**La diffusion membranaire** : sélection des molécules de CO₂ grâce à une membrane ne laissant passer que les molécules d'une certaine taille.

-**La distillation cryogénique** : manipulation des conditions de température et de pression des gaz pour aboutir à la liquéfaction du CO₂.

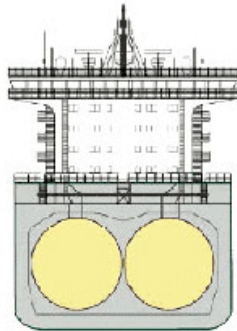
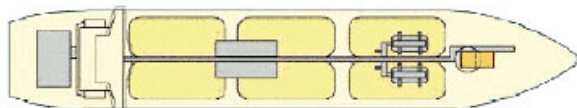
Transport du CO₂

-Le transport de CO₂ **par pipeline** est prouvé depuis des décennies, notamment aux Etats-Unis d'Amérique avec plus de 6000 km de pipeline CO₂ en opération.



Le CO₂ est dans un état supercritique, à une pression supérieure à 74 bars une température supérieure à 31°C.

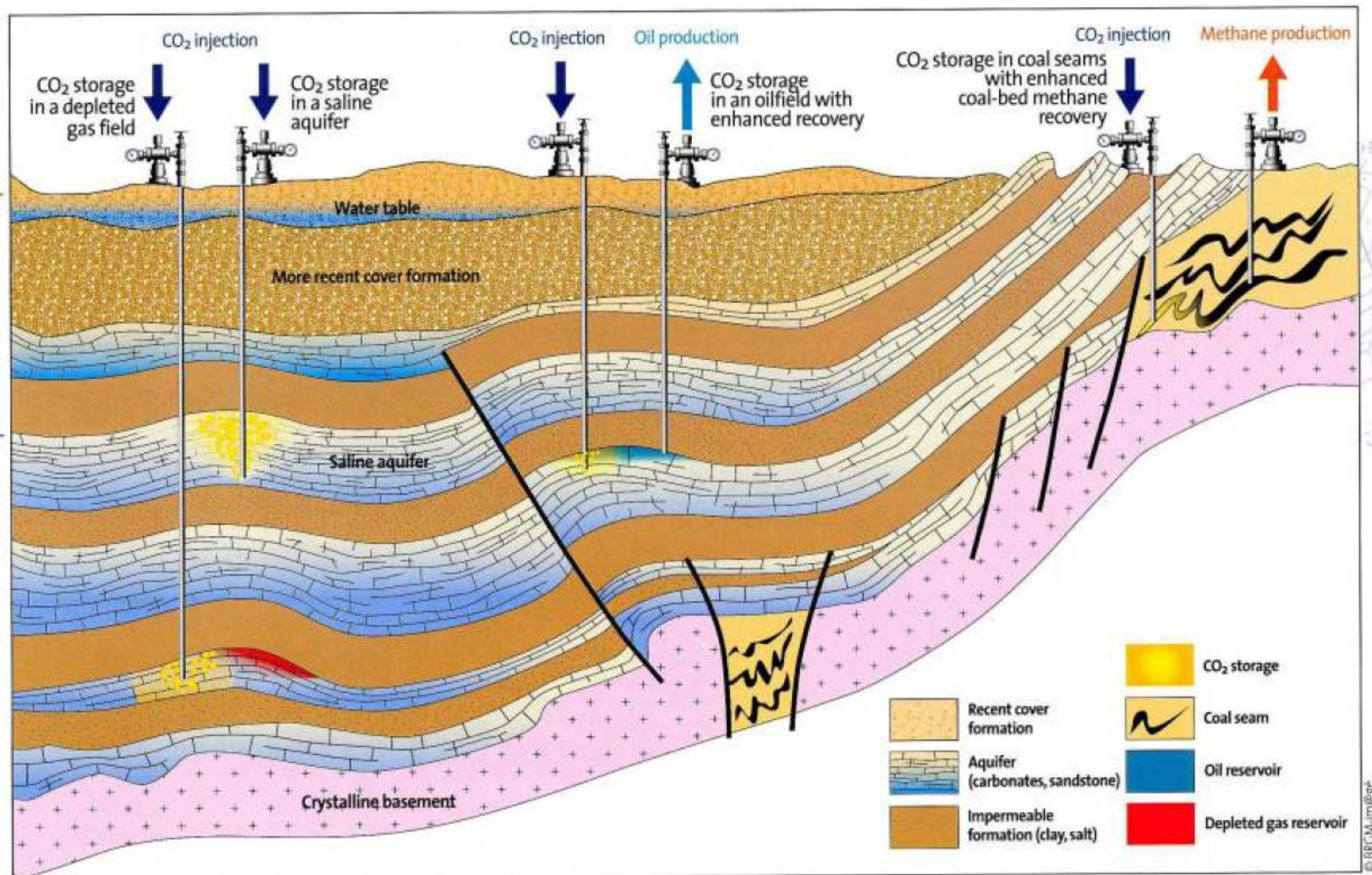
-Le **transport maritime** de CO₂ est quant à lui moins mature et actuellement seulement 5 navires au monde transportent de petits volumes de CO₂ (capacité des navires environ 1500 m³) pour l'industrie agroalimentaire.



© Hydro Gas and Chemicals

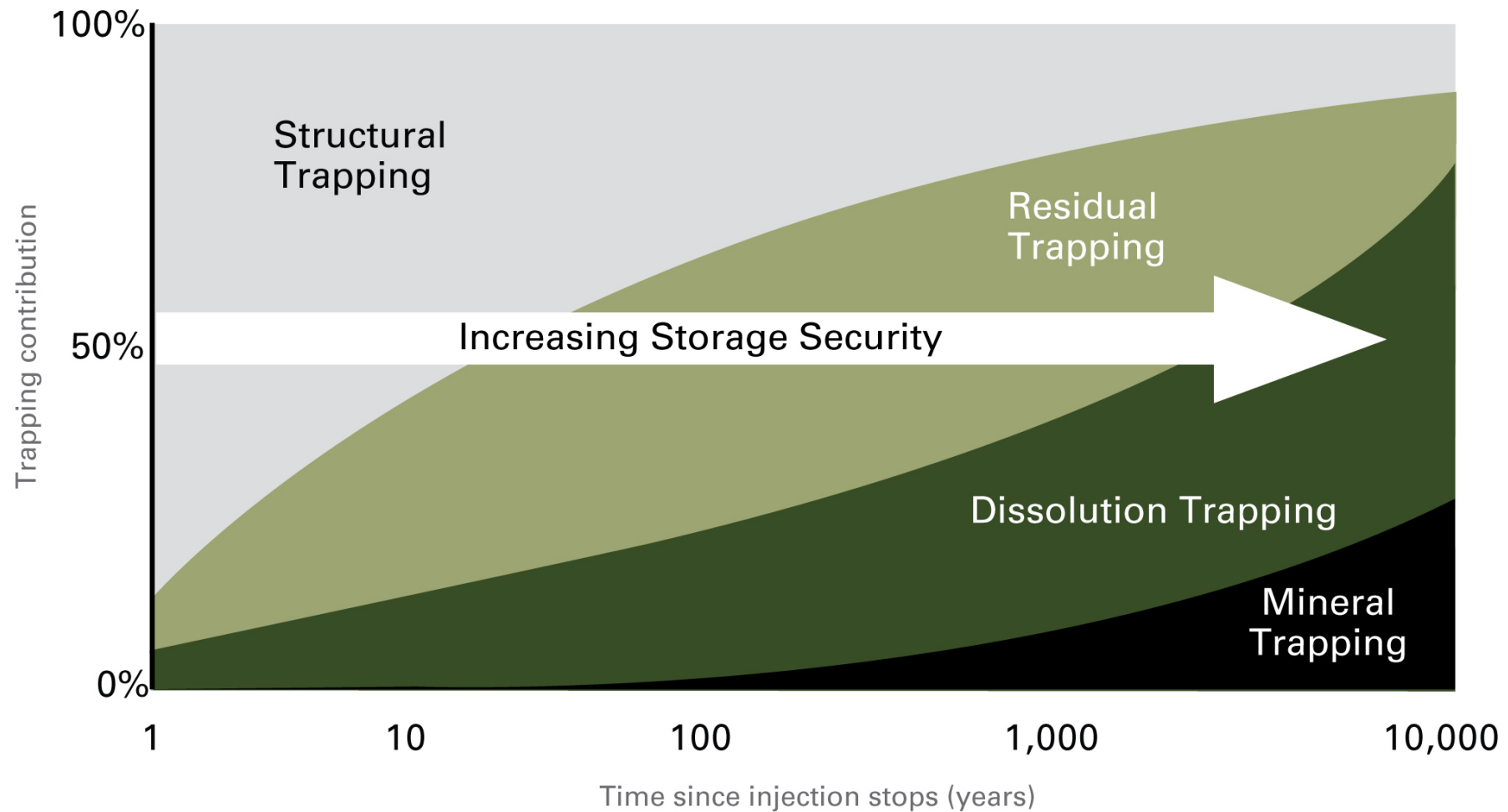
Le CO₂ est transporté en phase liquide à pression modérée et à basse température (7 bar et -50°C environ).

Stockage du CO₂



Stockage du CO2

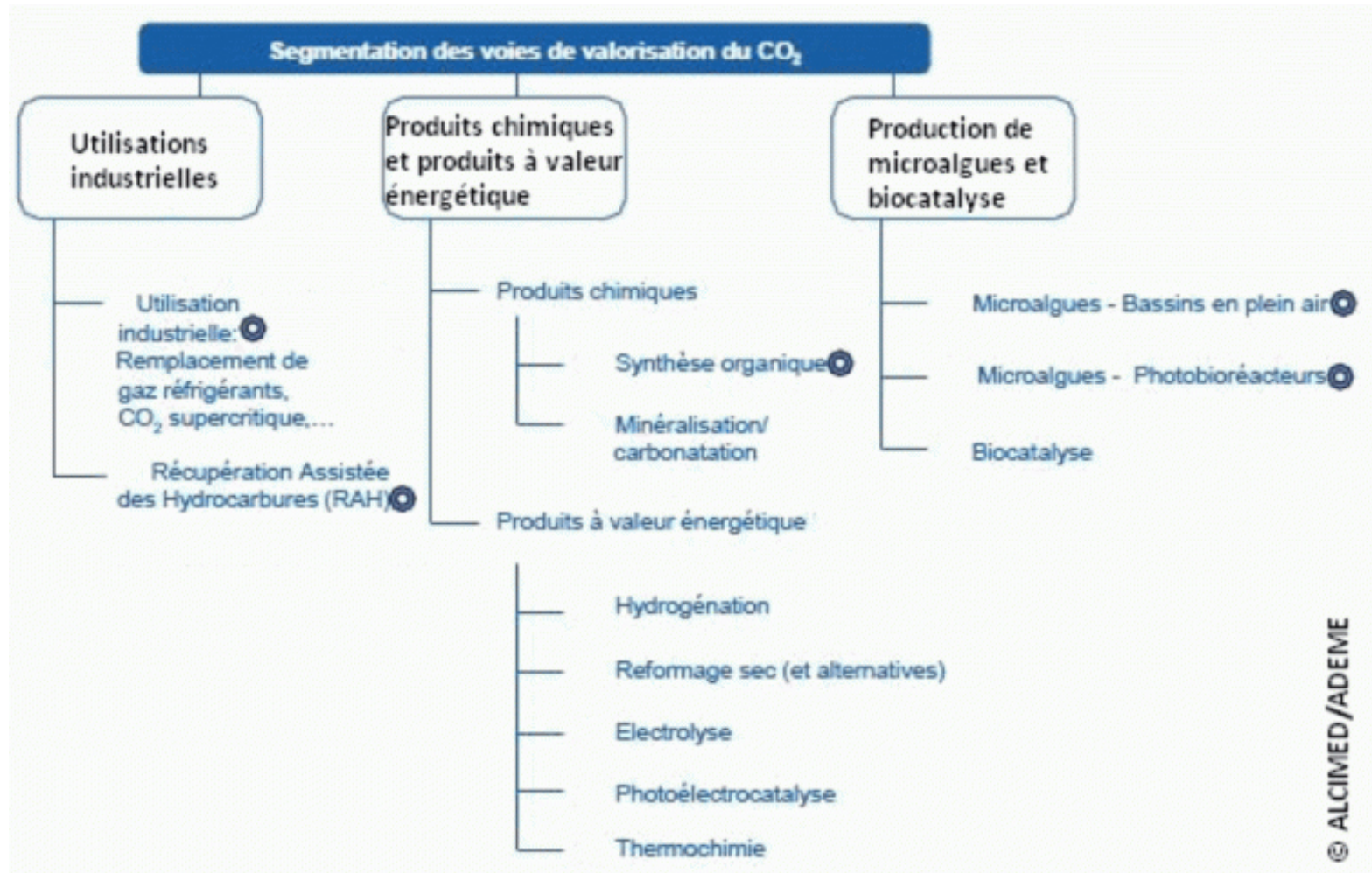
Trapping Over Time



Source: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2008

Valorisation et utilisation du CO₂

-Le CO₂ est historiquement utilisé pour la production d'urée (57%) et pour la récupération assistée de pétrole (34%) et pour des applications dans l'agro-alimentaire et la métallurgie (AIE, 2018).



-CO₂ utilisé comme matériaux de construction ou comme substitut de ressources fossiles pour la production de matières plastiques, etc...

Mini-projets : 5 groupes de réflexion (4 élèves par groupe)

-Groupe 1 : Décarbonation des procédés industriels (Adaptation des procédés qui permettent de réduire les émissions de CO₂) : Aspects économiques et environnementaux.

Groupe 2 : Captage, purification et valorisation du CO₂ : Quelles sont les verrous technico-économiques des techniques de captage ? Quelles pourraient être les nouvelles applications?

Groupe 3 : Stockage géologique du CO₂ : Quelles leçons avons-nous apprises après trente années de recherche et de développement ? Quels sont les verrous techniques ?

Groupe 4 : Captage et stockage du CO₂ : Quels scénarios pourraient être envisagés pour des émetteurs en France ? Comment et où stocker en France ?

Groupe 5 : CSCV : Combien coûte 1 tCO₂ capté, acheminé et stocké ? Évaluer la faisabilité technico-économique des scénarios.

Déroulement

1ère et 2ème semaines : Conférences, visites d'installations et échanges avec les partenaires industriels et académiques

3ème semaine : Conduite des mini-projets et synthèse des résultats des travaux réalisés



Programme

- Visite de SAS Méthatreil (première unité de production de biométhane en France à récupérer le CO₂ pour le réutiliser en culture maraîchère grâce au procédé Carbolique développé par Cryocollect, Machecoul-Saint-Même).
- Visite des installations d'essais (BRGM, Orléans).
- Visite de Cryopur (entreprise qui transforme le biogaz, issu des déchets organiques, directement en bio-GNL (biométhane liquide) et en CO₂ liquide grâce à son procédé Cryo pur ; Massy).
- Visite des installations d'essais du centre de recherche Paris-Saclay (Air Liquide, Jouy-en-Josas).
- Visite des installations d'essais (Holcim, Lyon).
- Présentations par des experts de Total énergies, BRGM, Engie, Air Liquide, Holcim et par des enseignants-chercheurs de Mines ParisTech.

Dr. Elise El Ahmar, CTP MINES ParisTech

e-mail : elise.el_ahmar@mines-paristech.fr

Portable : + 33 6 88 08 58 81

Dr. Irina Sin

Centre de Géosciences – Mines ParisTech

e-mail : irina.sin@mines-paristech.fr

Portable : + 33 6 34 61 81 65

Merci pour votre attention