



LE PROJET PILOTSTRATEGY (CCS)

Fernanda Veloso (coordinatrice); Isaline Gravaud; Claire Mays; Marc Poumadère
BRGM et SYMLOG

*Première Réunion GRAT- Groupe de Réflexion "Adaptations et Territoire"
10 Mars 2023, Online*

DÉRÈGLEMENT CLIMATIQUE ET LE CO₂

Les gaz à effet de serre (Greenhouse Gas)





BRGM — FRENCH NATIONAL GEOLOGICAL SURVEY — WWW.BRGM.EU

GIEC

Dérèglement climatique et effet de serre

Étudié, documenté et constaté par le GIEC

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat

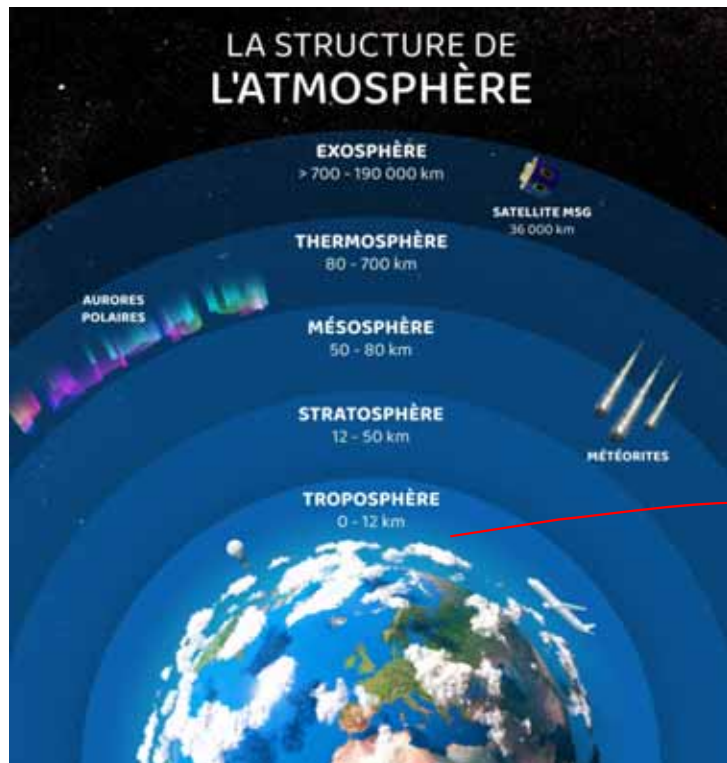
Fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade

1^{er} Rapport en 1990

6^{ème}
cycle
d'évaluation



L'atmosphère et les gaz traces



<https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/comprendre-la-meteo/cest-quoi-latmosphere>



<https://www.liad-alger.fr/claroline/courses/QCLIAD/document/4/chimie/c1/corpschim4.html>

1%
Gaz traces
dont 0,04%
CO₂

Les Gaz à Effet de Serre (Greenhouse Gas)



Le ++

- N₂O : Protoxyde d'azote
- CH₄ : Methane
- CO₂ : Dioxyde de Carbone
- Vapeur d'eau

Le CO₂



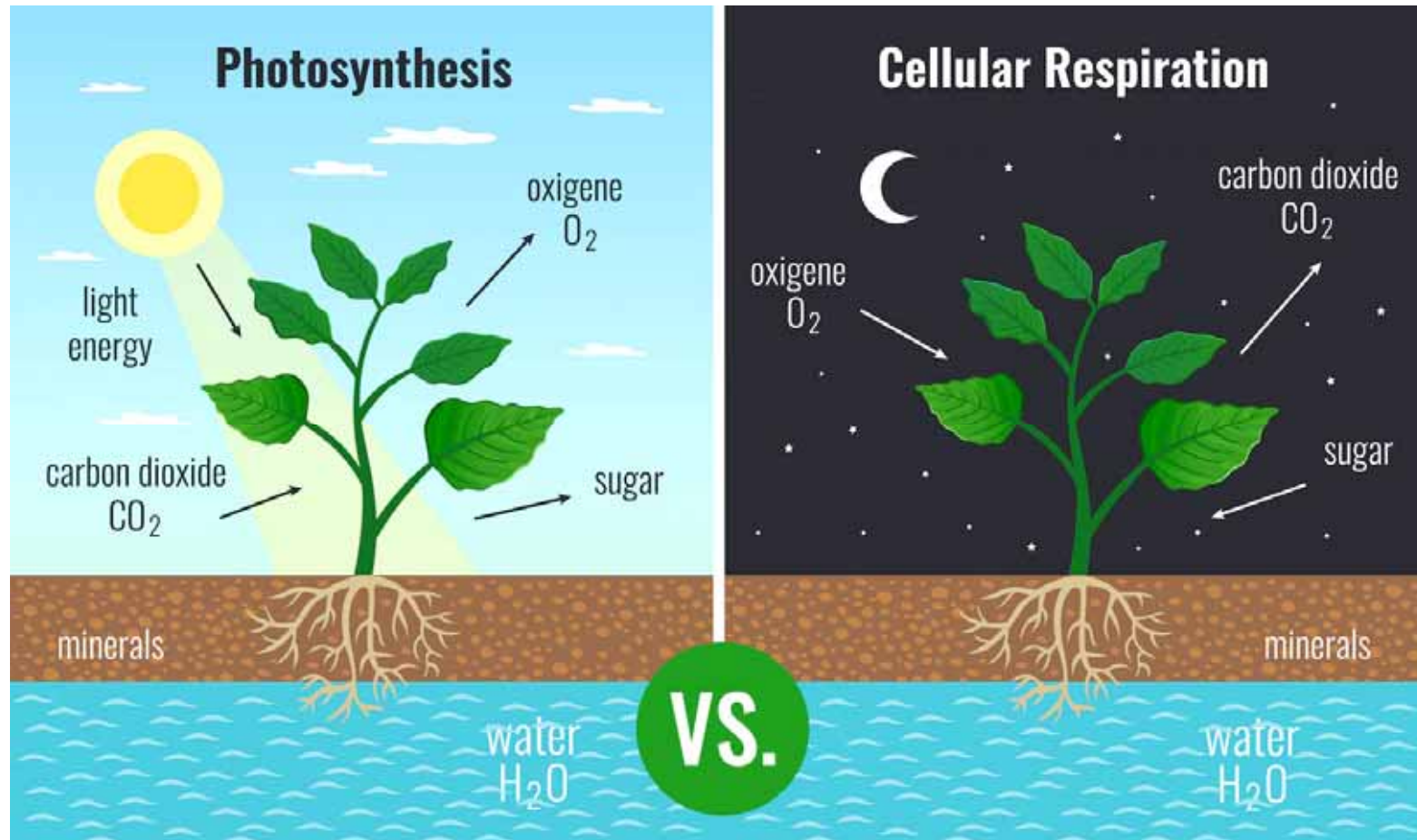
Le **dioxyde de carbone**, aussi appelé **gaz carbonique** ou **anhydride carbonique**, est un [composé inorganique](#) dont la [formule chimique](#) est CO₂, la [molécule](#) ayant une structure linéaire de la forme [O=C=O](#). Il se présente, sous les [conditions normales de température et de pression](#), comme un [gaz](#) incolore, inodore, à la saveur piquante

<https://www.aquaportail.com/definition-7547-dioxyde-de-carbone.html>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Dioxyde_de_carbone

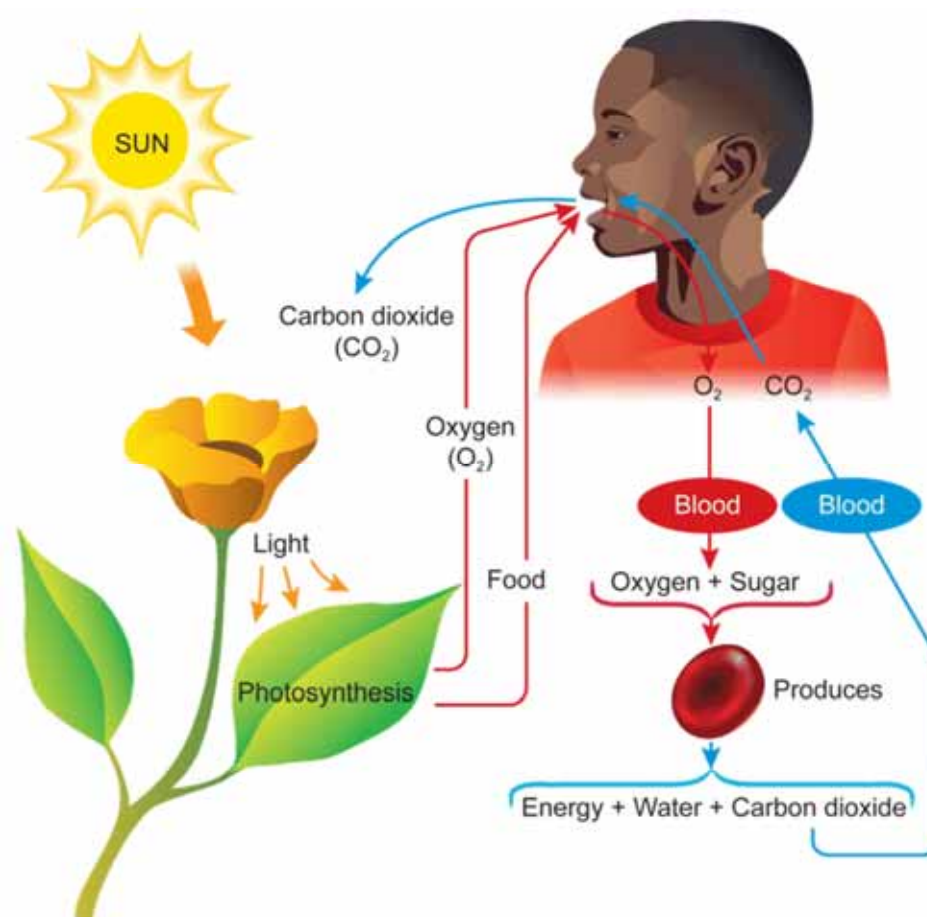


Le CO₂ et la vie

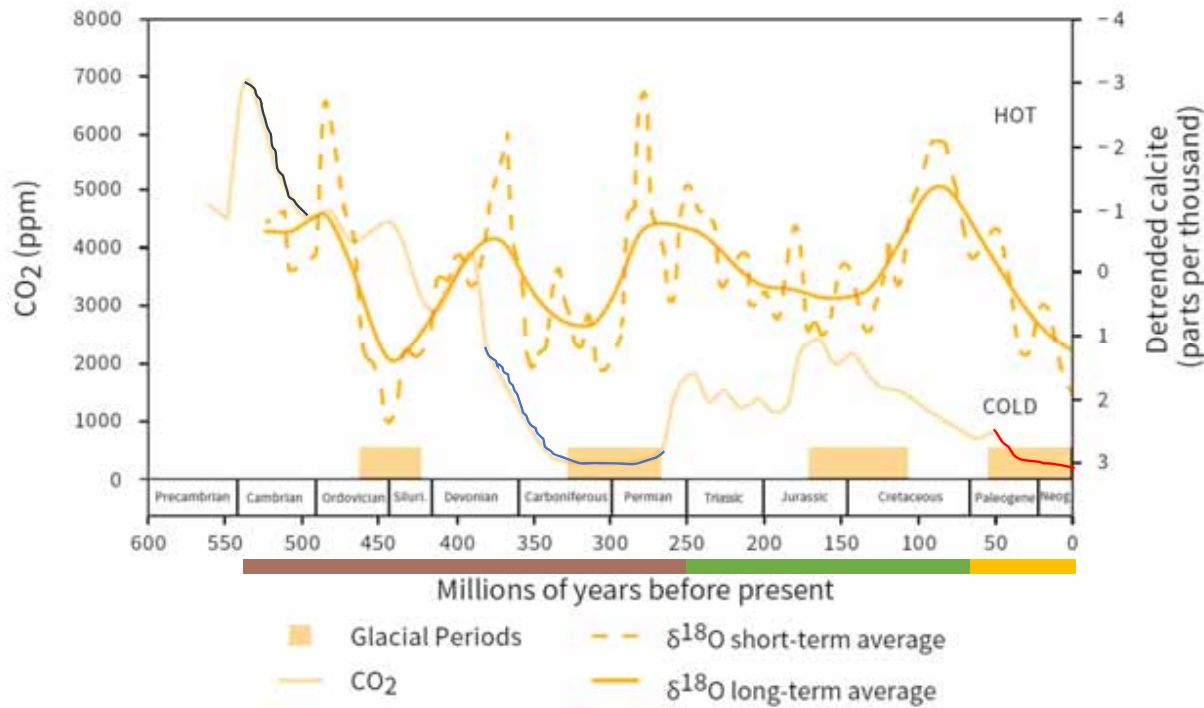


https://www.freepik.com/free-vector/photosynthesis-accumulating-sugar-cellular-respiration-fueling-all-plants-functions-day-night-2-educational-posters_6847342.htm
Image by macrovector on Freepik

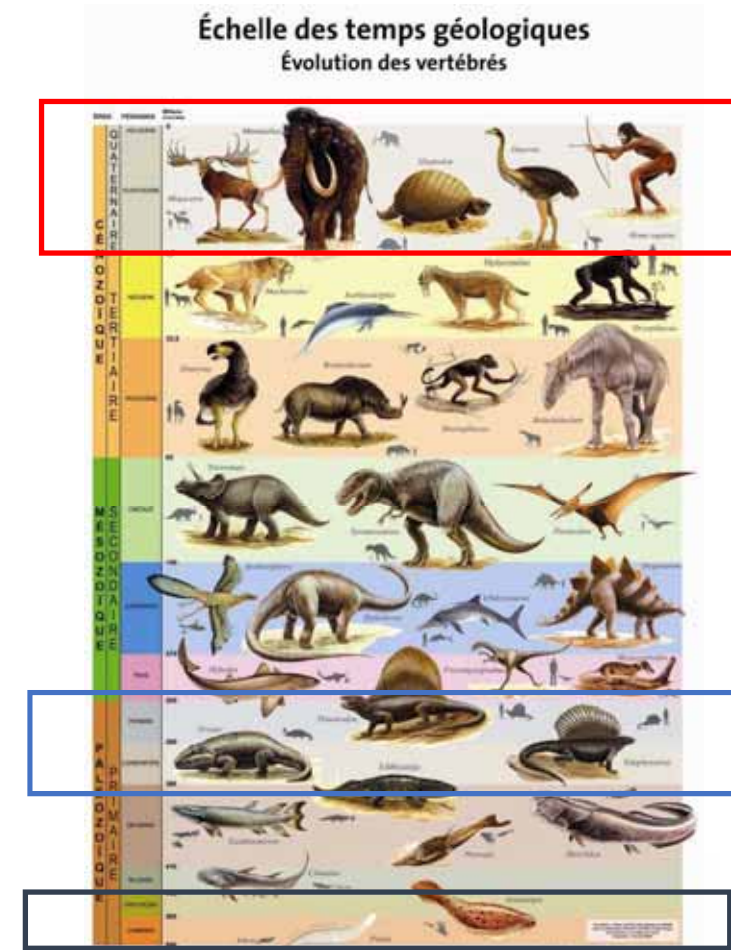
Le CO₂ et la vie



L'évolution de l'atmosphère à l'échelle géologique



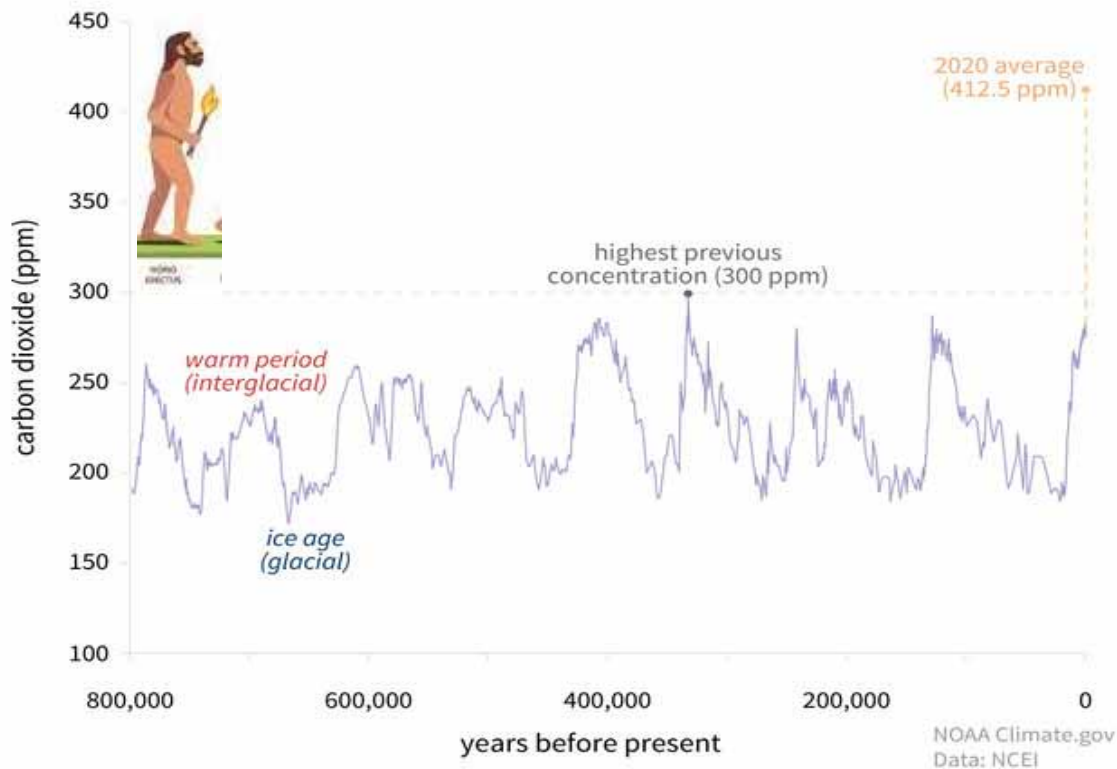
Rodrigues, C., Pinheiro, H., & de Sousa, M. L. (2022). Clean Energy Transition Challenge: The Contributions of Geology. *Affordable and Clean Energy*, 47.



À l'échelle de l'apparition de l'homo erectus

Concentration du CO₂ atmosphérique

CARBON DIOXIDE OVER 800,000 YEARS



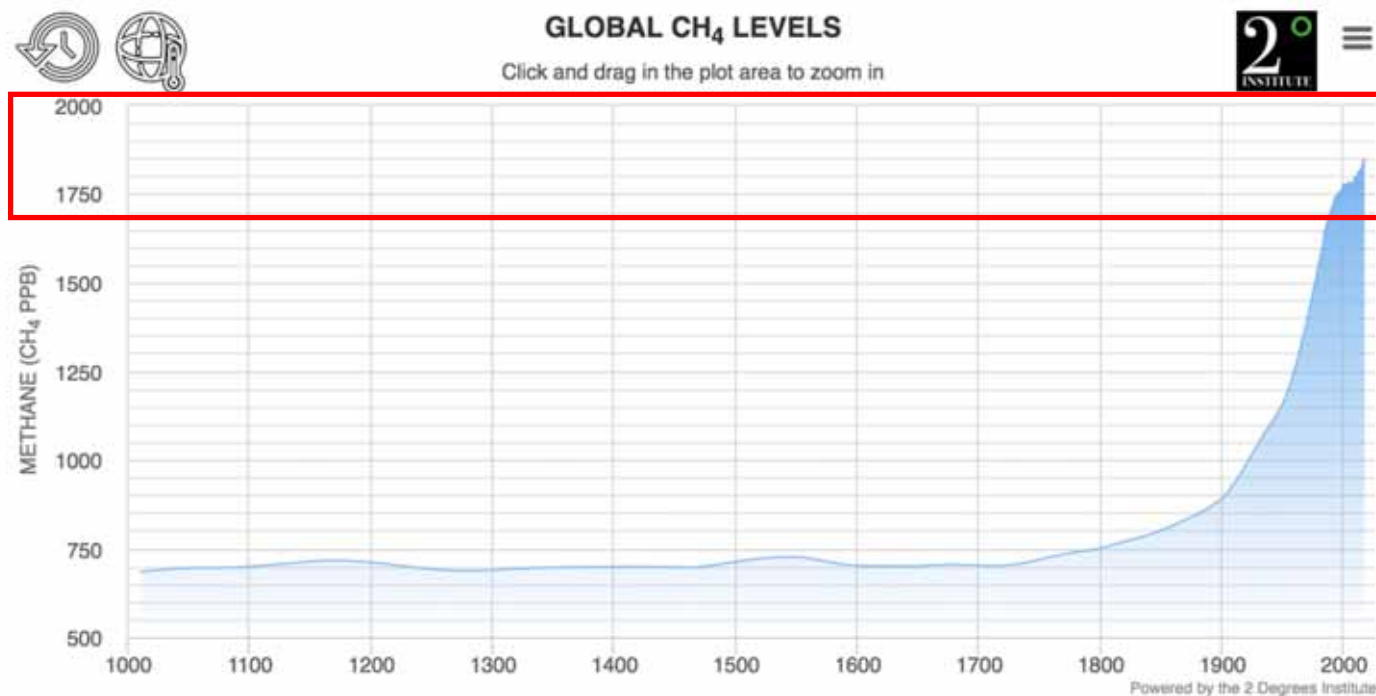
Les creux représentent les périodes glaciaires
Les pics représentent les périodes chaudes
La concentration en CO₂ n'a jamais dépassé 300 ppm.

<https://ei.lehigh.edu/learners/cc/geologictimeline.html>

À l'échelle de l'apparition de l'homo erectus

Autres gaz à effet de serre

Le **CH₄ (méthane)** est 80x plus puissant que le CO₂ comme gaz à effet de serre. Par contre, sa concentration est moins élevée et sa durée de vie plus courte

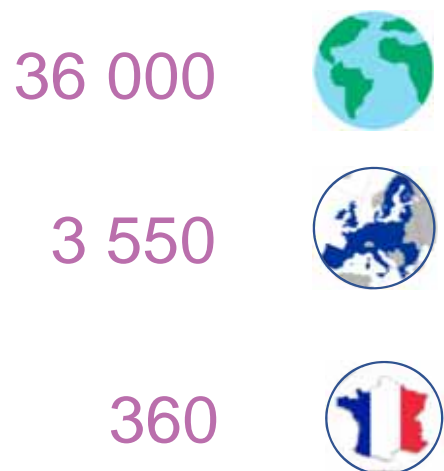


Datation des échantillons de glace de l'Antarctique

<https://www.methanelevels.org/>

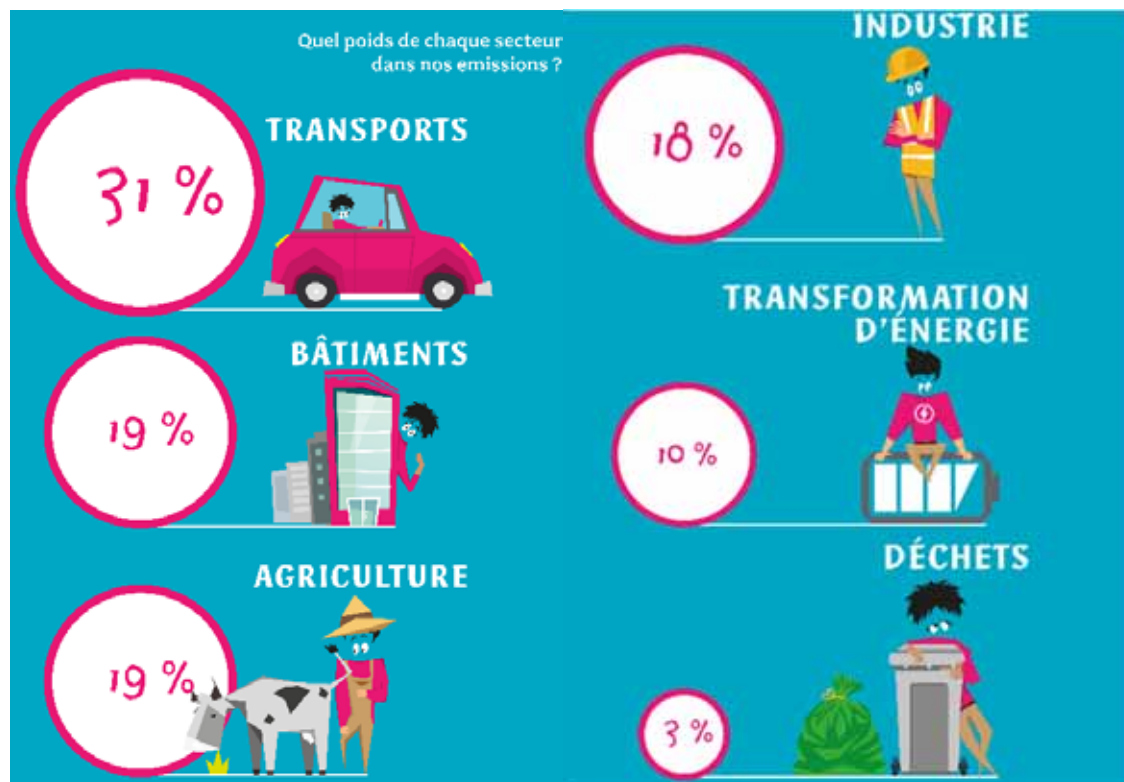
Combien de CO₂ émet-on ?

Million de tonnes par an
(Mt/an)



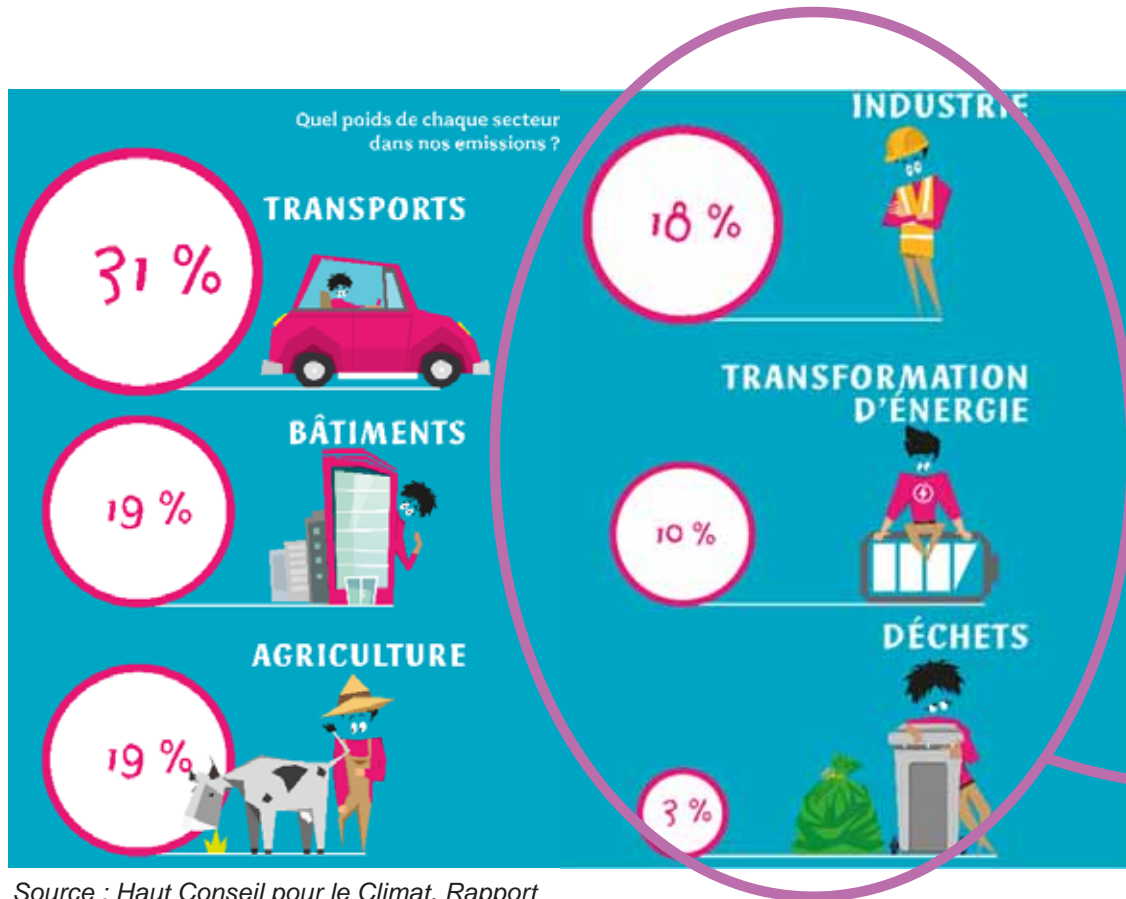
Source : Global Carbon Atlas (2017)

D'où vient le CO₂ émis par l'homme



Source : Haut Conseil pour le Climat. Rapport Agir en cohérence avec les ambitions (2019)

Où le CCS serait utile



Secteurs où le CCS est directement applicable

Source : Haut Conseil pour le Climat. Rapport Agir en cohérence avec les ambitions (2019)

LE CAPTAGE ET STOCKAGE DU CO₂ (CCS)

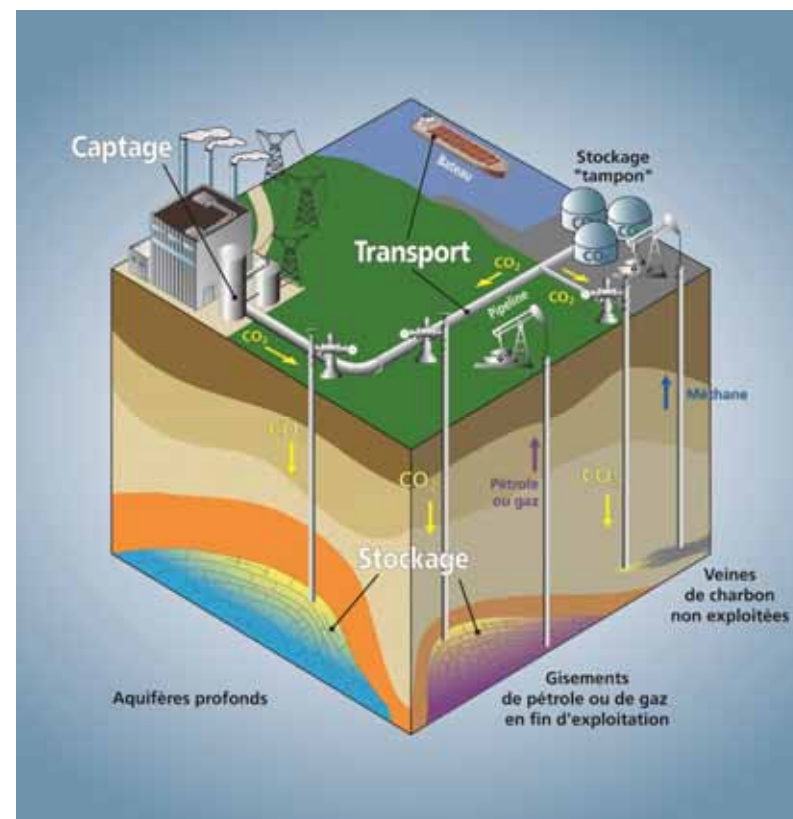
Les principes de base

Qu'est-ce que le CCS?

Technologie Capture Stockage du CO₂

Une solution incontournable pour atteindre nos objectifs (GIEC)

- Offrir un puits de carbone pour les émissions irréductibles liées à certains procédés industriels (ciment, sidérurgie, valorisation énergétique de déchets, ...)



Le captage du CO₂



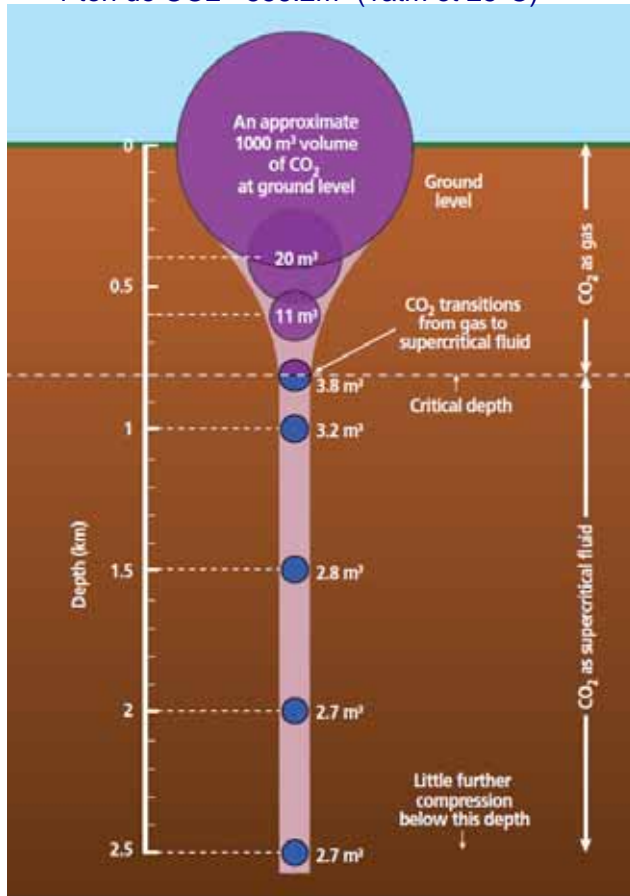
Source: Fortum Oslo Varme AS

Projet de capture de CO₂ en Norvège sur un incinérateur de déchets à Oslo (projet Celsio – 400 kt/an)

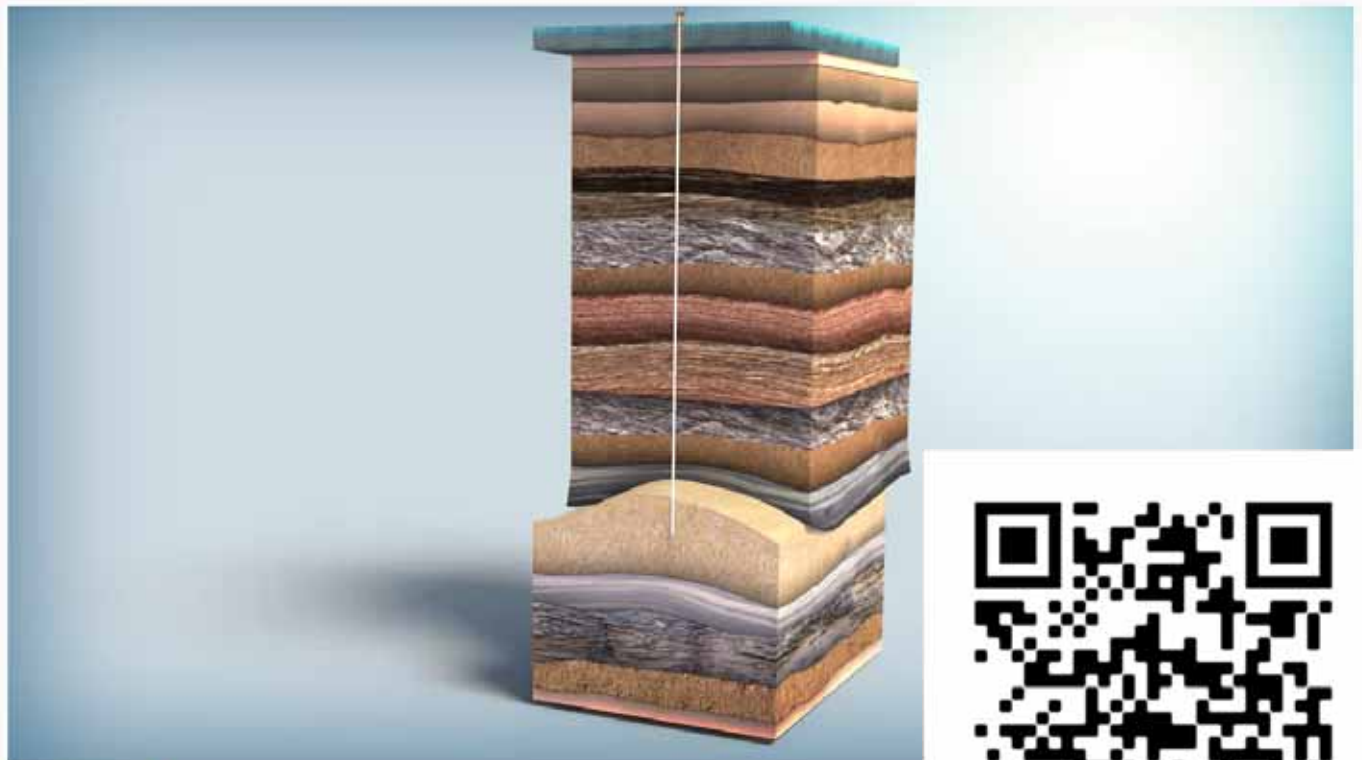
- Captage du CO₂ au niveau des **sites industriels**
 - Sources concentrées
 - Aciéries, cimenteries, centrales gaz ou charbon, pétrochimie, incinérateurs de déchets, etc.
- Différentes **technologies de captage**
- Parmi les plus matures, les **solvants aux amines**
 - Traitement des fumées (post-combustion)
 - Principe:
 - Les fumées passent dans un solvant
 - Le CO₂ se dissout dans le solvant et les fumées ressortent sans CO₂
 - Le CO₂ est récupéré en portant le solvant à très haute température
- **Sujet de recherche** pour **améliorer les technologies de captage** (diminuer la consommation d'énergie, améliorer l'impact environnemental)

Le stockage géologique du CO₂

1 ton de CO₂ = 556.2m³ (1atm et 25°C)



<https://www.youtube.com/watch?v=Bi3-k6wfXh8>



CO₂ MultiStore 2015

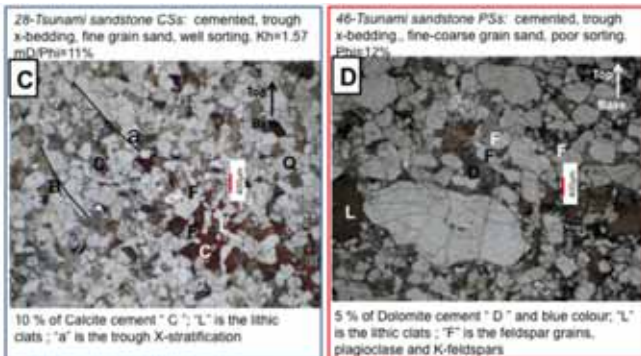
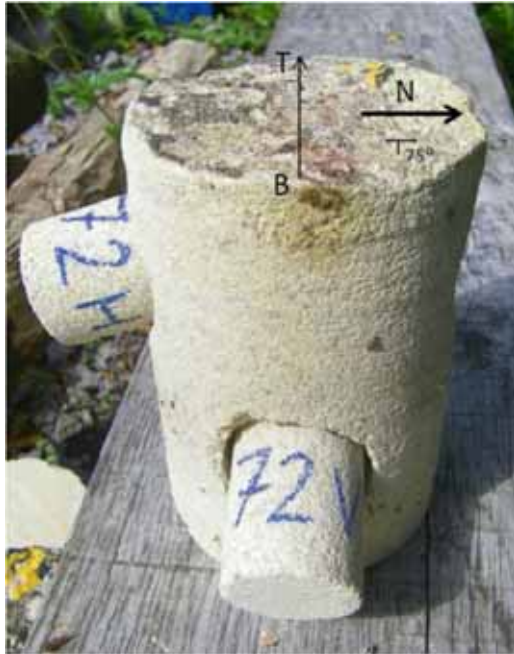
4,832 views · Sep 10, 2015



SCCS (Scottish Carbon Capture & Storage)



Grès



Carbonate



Origine : Inconnue (Bourgogne) - collection Lycée Jean-Marc Boivin

Roche phosphatée oolithique datée du [Permien](#) ([Montana, USA](#)). Les "grains" mesurent en moyenne 1 [mm](#) de large (Wikipedia)

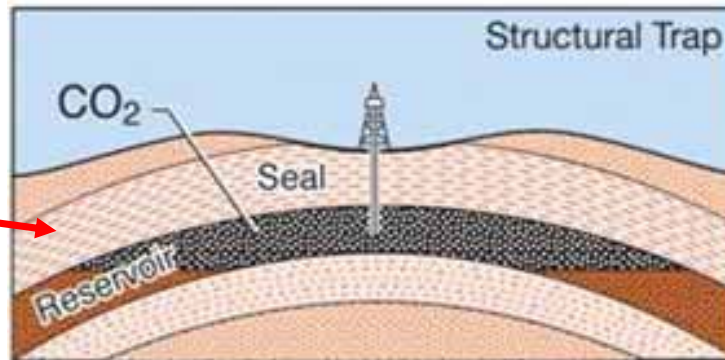
Le stockage géologique du CO₂

Le CO₂ est confiné à + de 1000 m de profondeur dans l'eau **TRES SALEE**

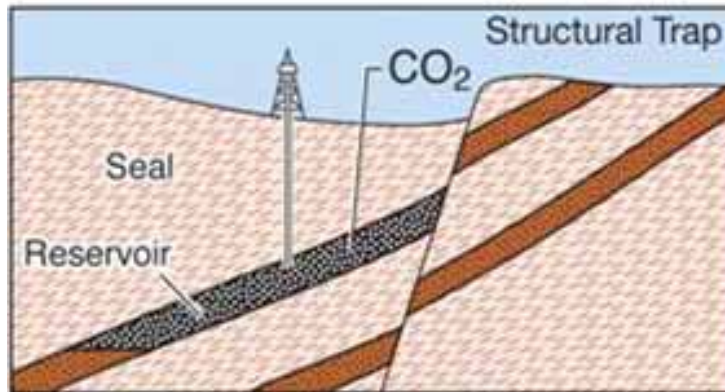
Roche imperméable



Ex. anticlines



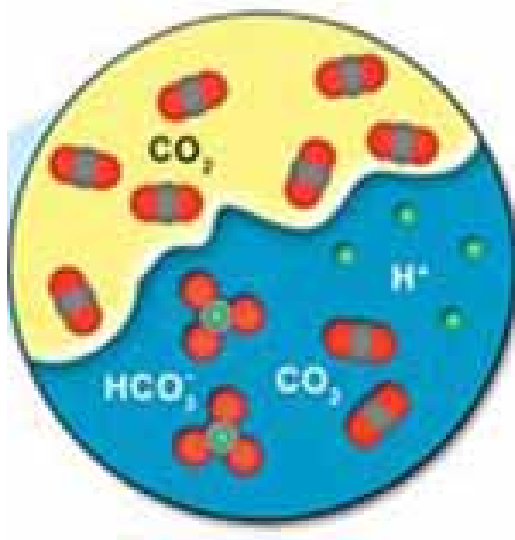
Ex. non-transmissive faults



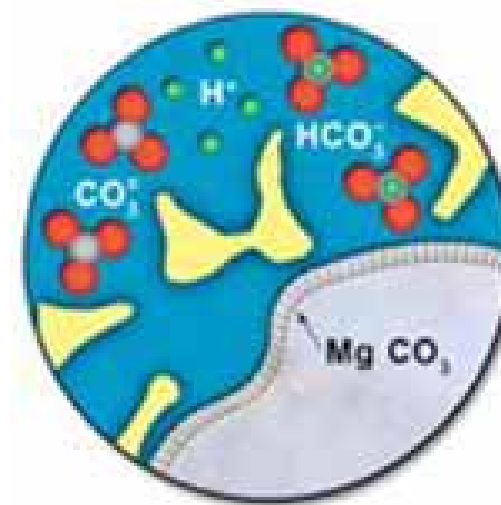
Le stockage géologique du CO₂

Avec le temps le CO₂ va dissoudre et se précipiter en nouveaux minéraux

Solubilité



Précipitation des carbonates



Stockage de gaz naturel

Stockage géologique

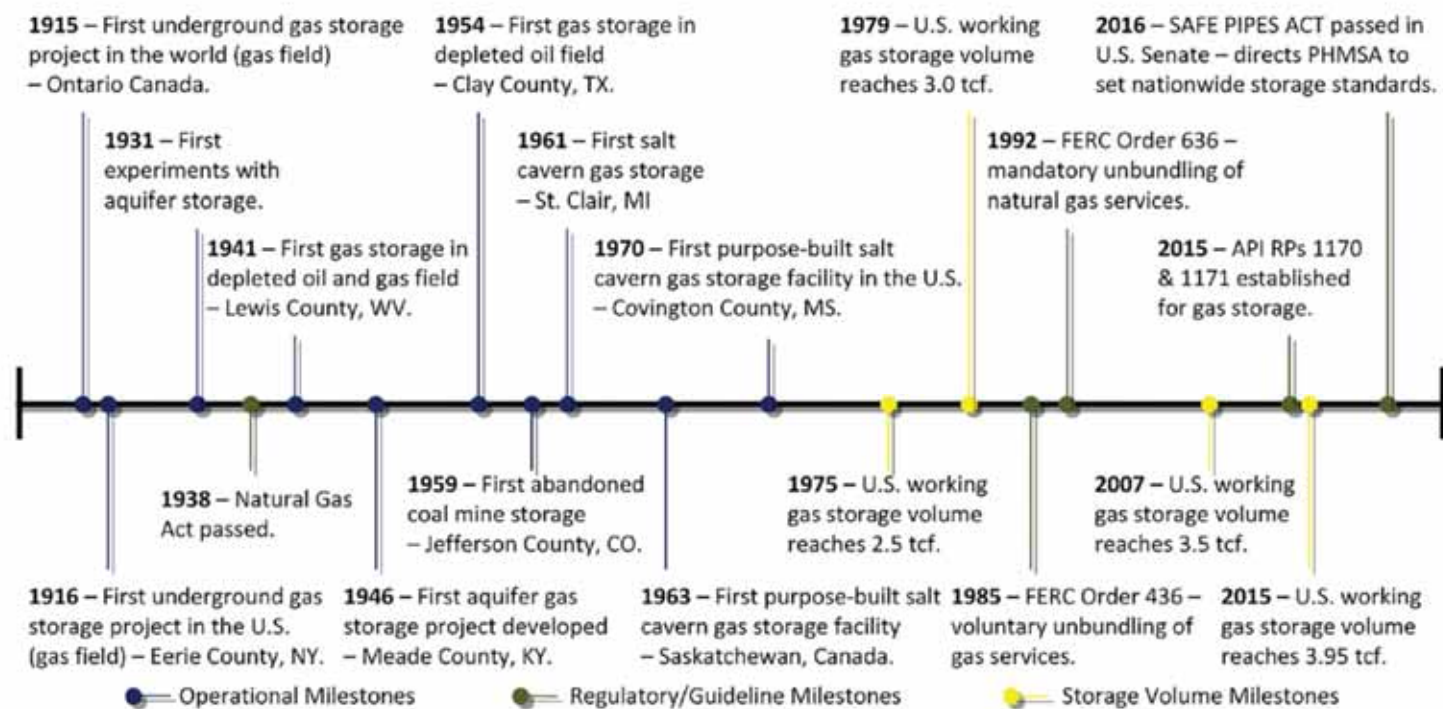


Figure 3. Underground Gas Storage Timeline

Arthur, J.D., Alleman, N. and Andersen, K., 2016. A Historical Look at Underground Natural Gas Storage in America. Petroleum History Institute. *Oil-Industry History, Volume 17, no1, P.35-46.*

Captage et Stockage du CO₂

Les installations dans le monde



Source: Global CCS Institute, Rapport 2019

En 2022
30 projets
CCS en opération dans
le monde

Capacité de captage
42 Mt CO₂/an
au total

Le projet PilotSTRATEGY

Objectifs et état d'avancement

Project coordination: BRGM (FR) Fernanda de Mesquita L. Veloso
Regional Team leaders: BRGM (FR), UÉVORA (PT), IGME (ES), CERTH (GR), GIG (PL)
Countries: FR, PT, ES, GR, PL, DE, UK
Budget: € 10,022,547.50 with € 4,200,000 for FR partners
Duration: 5 years (from May 2021 to April 2026)



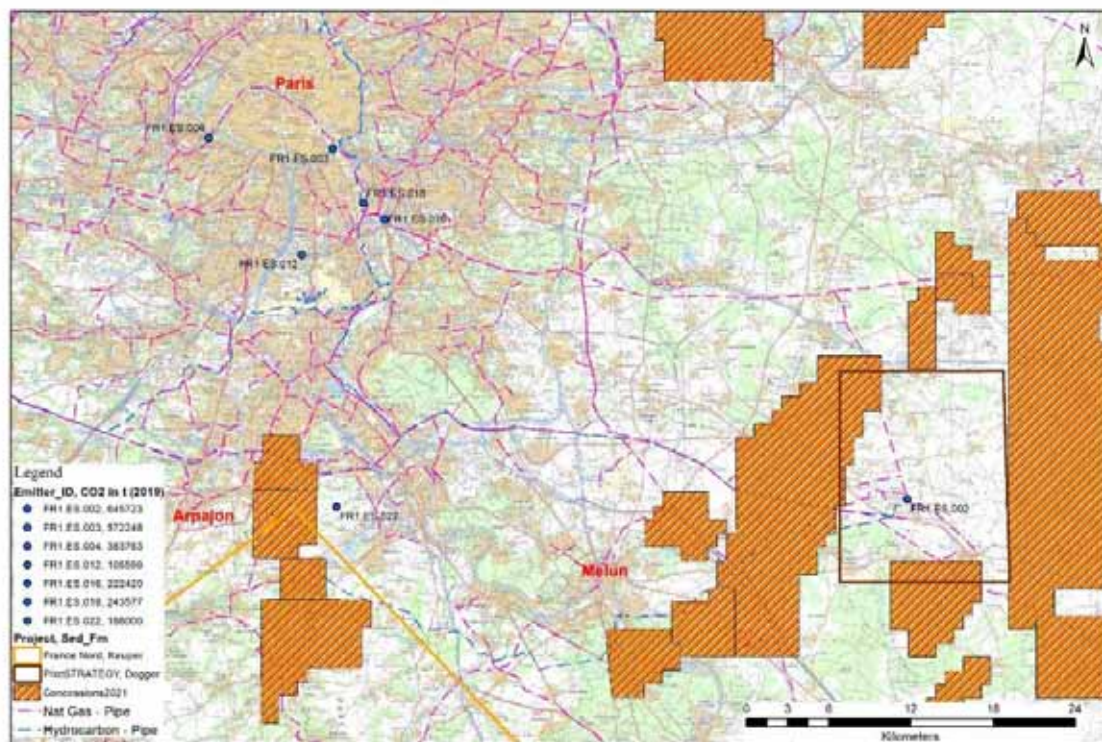
The PilotSTRATEGY project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 101022664

PilotSTRATEGY

- **Financé par CE – R&I H2020**
- **16 partners + 3 (Research & Industry)**
- **Soutenir le développement** du captage et stockage du CO₂ (CCS) au **Sud et Est de l'Europe** à travers **l'étude de 3 sites pilote pour le stockage géologique de CO₂** dans les régions d'intérêt.
- **Aquifères salins profonds:** importante capacité de stockage CO₂.
- **Proposition de Préinvestissement de recherche** pour les 3 sites pilotes en **France, Portugal et Espagne**, développement du concept CCS en régions en Pologne et Grèce.



Choix de la zone étudiée en France (Bassin de Paris)



- Couche géologique du Dogger
- Proche de l'émetteur. CO2 déjà capté. Optimisation du transport.
- Données disponibles (Vermillon et autres études)



Les actions menés en 2022

SISMIQUE 3D

- Méthode innovante
 - Sans câbles, sans explosifs
 - Non-intrusif
- Données essentielles au projet
 - Caractérisation du complexe
 - Base des modèles numériques
 - Ligne de base pour la surveillance
 - Donnée obligatoire pour une demande de permis de stockage.
- Acquisition inédite dans le cadre de la recherche pour le stockage de CO2 en France
- Données Publiques
 - 80% des données et résultats du projet seront publiques



<https://pilotstrategy.eu/news/blog-3d-seismic-acquisition-grandpuits-france>



Les actions menées en 2022

WP6: Societal engagement :

Entretiens, sondage en France, au Portugal et en Espagne

- *Rapport en anglais disponible sur notre site internet.*

<https://pilotstrategy.eu/about-the-project/work-packages/social-acceptance>

En 2023, réunions de groupes de réflexion de parties-prenantes (par visio et en face-à-face)

- *Résultats des études 2022 à dépouiller ensemble lors d'une réunion en face-à-face.*



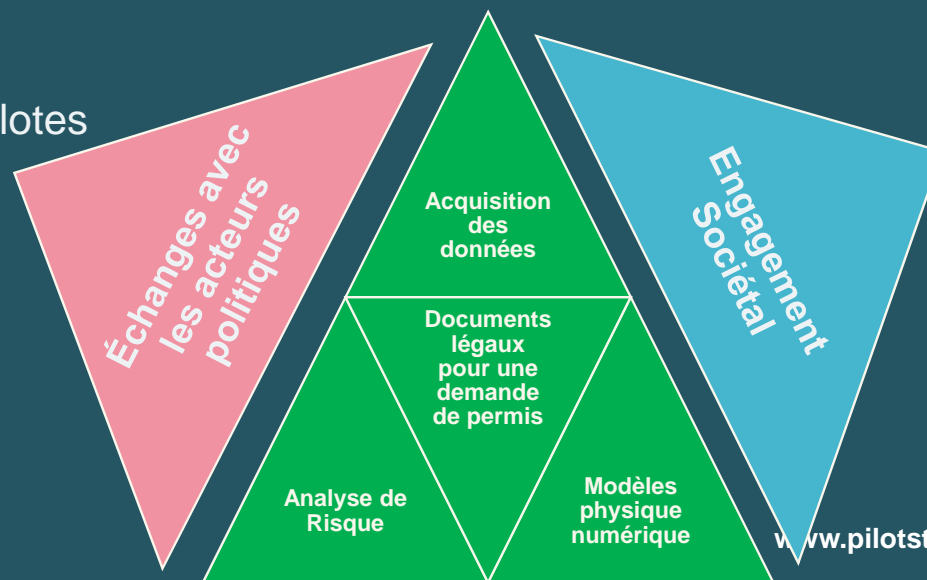
Phases et permis pour le stockage de CO2



PilotSTRATEGY

appartient à une phase de type 'caractérisation'

Etudes pilotes



Aarnes, J. E., Selmer-Olsen, S., Carpenter, M. E., & Flach, T. A. (2009). Towards guidelines for selection, characterization and qualification of sites and projects for geological storage of CO2. *Energy Procedia*, 1(1), 1735-1742.





Acknowledgements



The PilotSTRATEGY project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 101022664

