

Thème 9: Captation et séquestration de carbone

CORREA PUERTA Juan Pablo

SOLIS SAINZ Luis Omar

Contenu :

- ▶ Réduction des émissions vs émissions négatives
- ▶ Sources du CO2
- ▶ Piégeage du CO2
- ▶ Transport du CO2
- ▶ Stockage dans des formations géologiques
- ▶ Stockage dans les océans
- ▶ Lacunes en matière de connaissances
- ▶ Le coût et le potentiel économique

Réduction des émissions vs Émissions négatives

Réduction des émissions

- Actions qui réduisent la production de CO₂.
- Lié à réduire la consommation d'énergie.

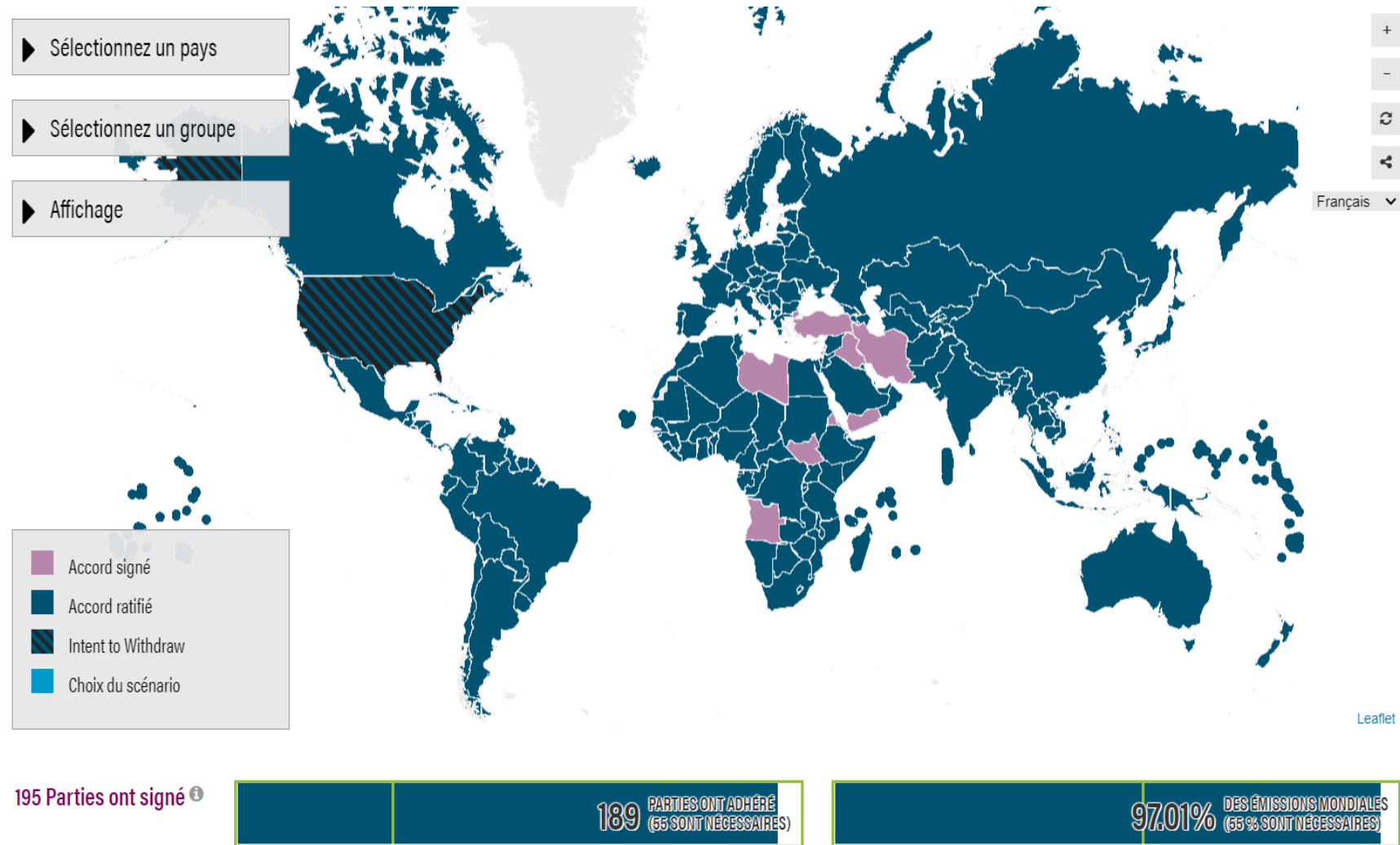


Émissions négatives



« Les émissions négatives sont procédés de retirer des gazes à effet serre de l'atmosphère par actions de réduction ensuite d'un procédé de conduction des gazes au stockages naturel ou artificiel. »

L'Accord de Paris



Sources de CO₂

Le dioxyde de carbone (CO₂)

- ▶ C'est un gaz à effet de serre présent naturellement dans l'atmosphère.
- ▶ Activités humaines
 - > réchauffement de la planète.



Processus qui contribuent à l'émission du CO₂



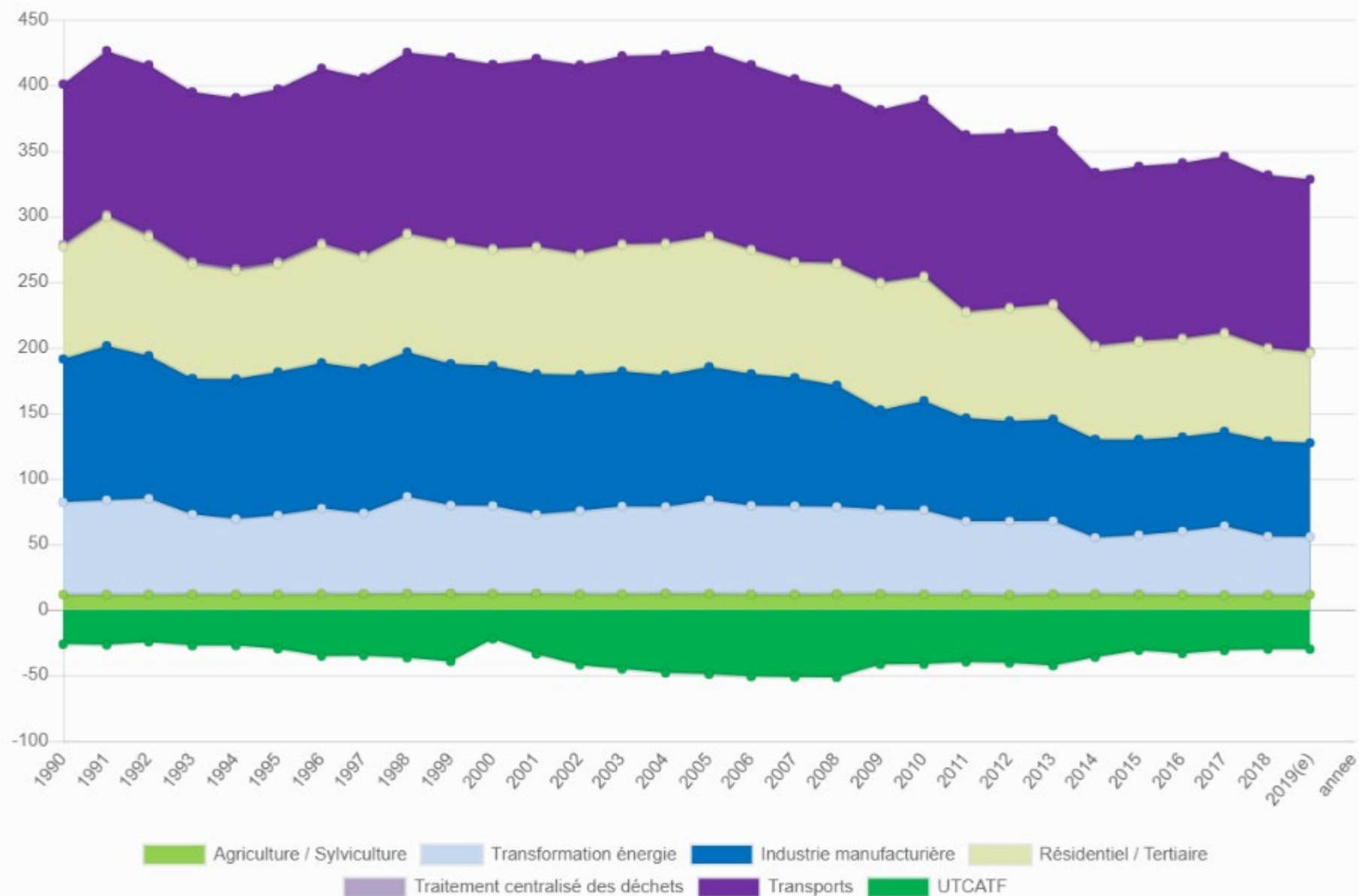
- ▶ L'utilisation et brûle de combustibles fossiles dans de grandes centrales électriques.
- ▶ L'extraction ou traitement des ressources ou le brulement des forêts.

Sources de CO2

On trouve 6 sources principales:

- ▶ Agriculture/Sylviculture
- ▶ Transformation énergie
- ▶ Industrie manufacturière
- ▶ Résidentiel/Tertiaire
- ▶ Traitement centralise des déchets
- ▶ Transports

Evolution des émissions de CO₂ de 1990 à 2018 pour la France métropolitaine et l'Outre-mer inclus dans l'UE (en Mt)



Sources de CO2

TOTAL DES EMISSIONS DU CO2 (PREESTIME 2019) : 328Mt CO2

1. Transports : 40%
2. Industrie manufacturière : 21.8%
3. Résidentiel/Tertiaire : 20.8%
4. Transformation énergie : 13.5%
5. Agriculture/Sylviculture : 3.5%
6. Traitement centralise des déchets : 0.4%



Piégeage du CO₂

Piégeage du CO2

Facteurs pour déterminer si le piégeage est une option viable pour une source d'émission donnée:

- ▶ Volume de la source d'émission
- ▶ Le fait qu'elle soit stationnaire ou mobile
- ▶ La distance séparant des site de stockage potentiels
- ▶ La concentration de ses émissions de CO2



Piégeage du CO2

Selon les rapports du GIEC (ou IPCC) de 2005 et 2018, d'après les différents scénarios d'émissions, le potentiel de piégeage du CO2 est estimé à **9-12%** des émissions mondiales de CO2 en 2020 et à **21-45%** en 2050.

Piégeage du CO₂

Après la combustion ou de procédés industrielles, il faut séparer le CO₂ d'autres gaz émis et ensuite être purifié et comprimé par :

- ▶ Postcombustion,
- ▶ Précombustion,
- ▶ Ou combustion de gaz oxygène.

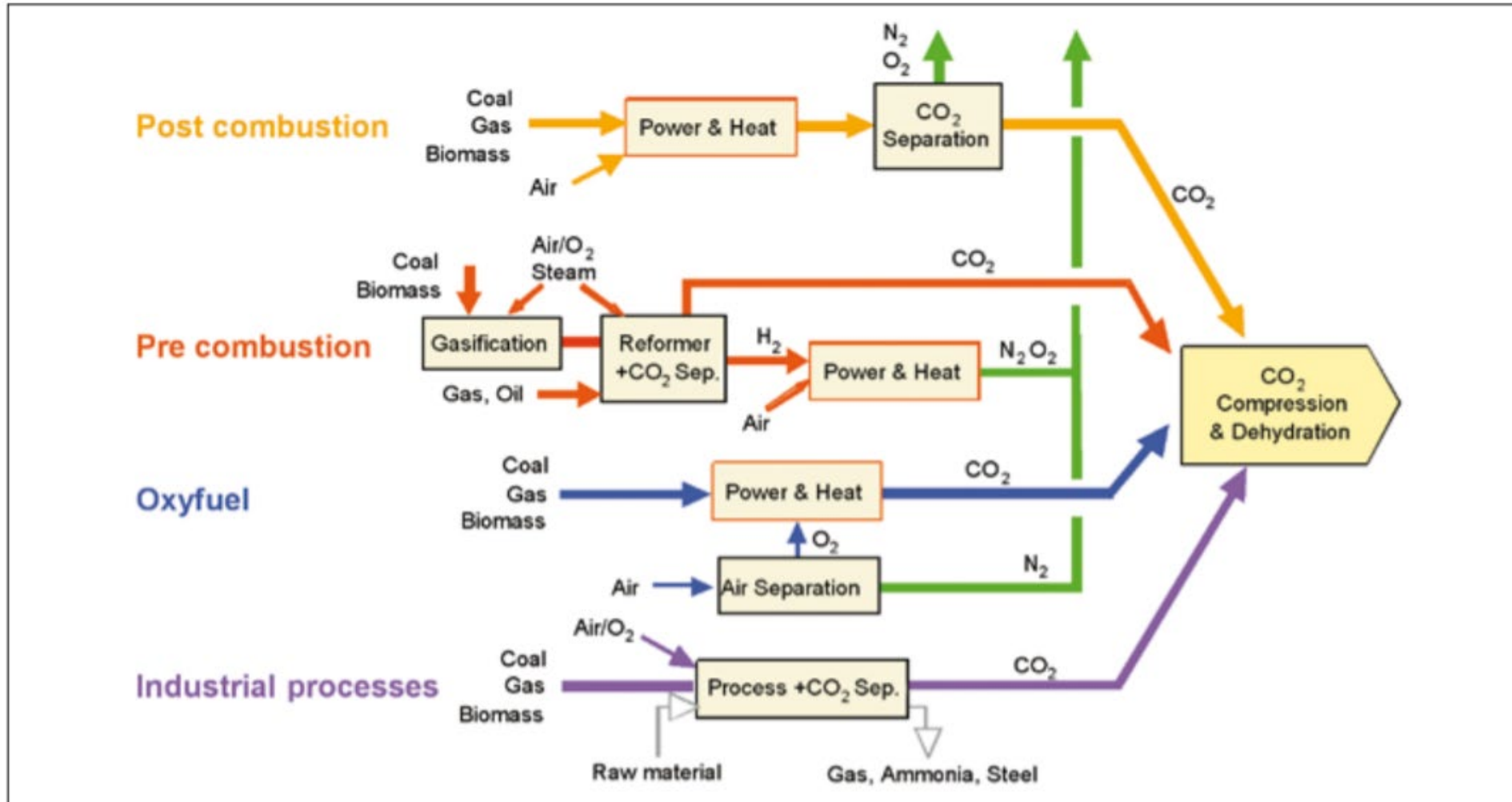


Figure TS.3. Overview of CO₂ capture processes and systems.

Transport du CO₂

Transport du CO₂



Stockage du CO₂ dans des formations géologiques

Stockage du CO2 dans des formations géologiques

Principaux lieux de stockage géologique sont:

- ▶ les gisements de pétrole et de gaz naturel,
- ▶ les formations salines profondes
- ▶ et les gisements de charbon inexploitable

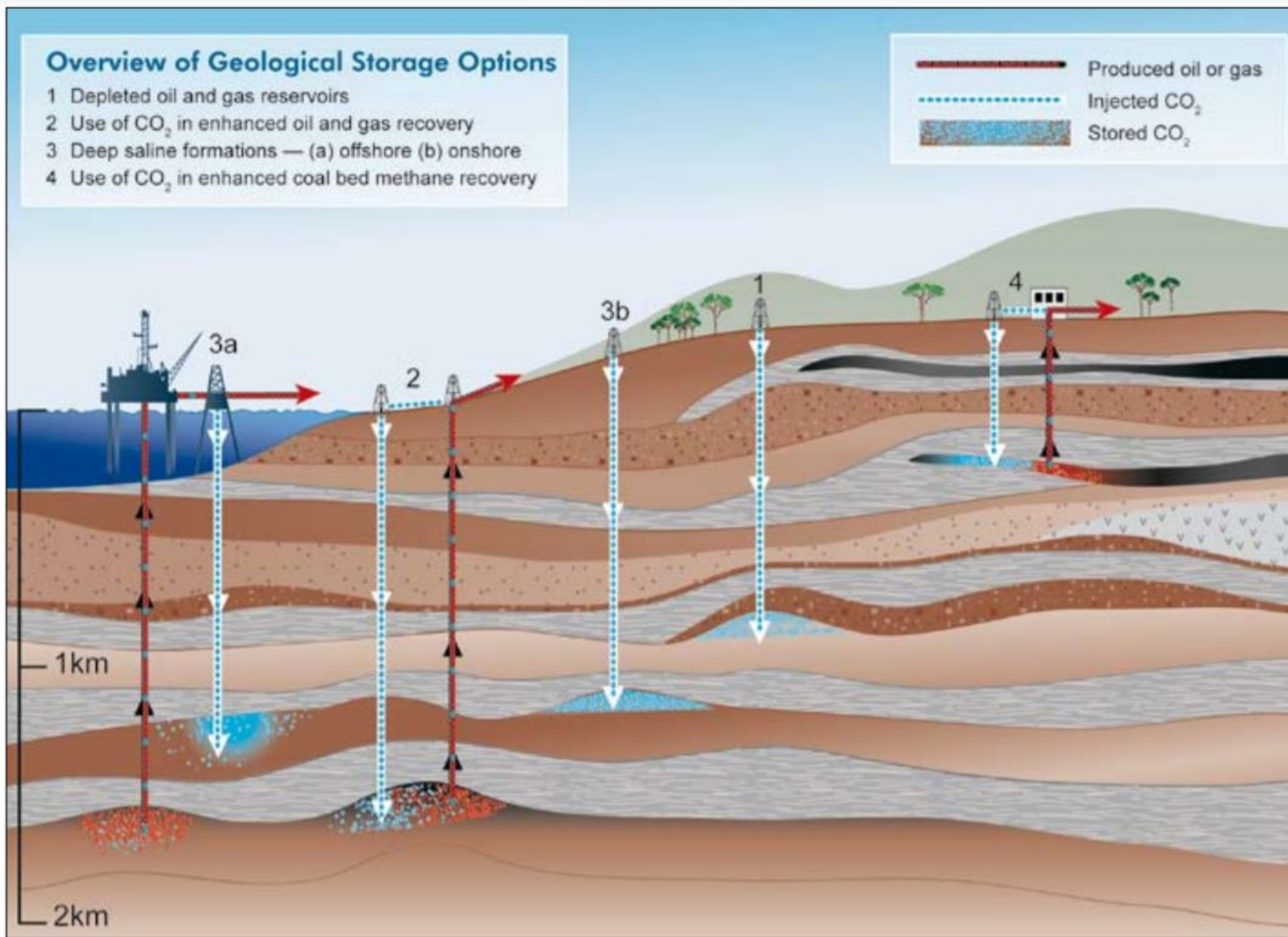


Figure TS.7. Methods for storing CO₂ in deep underground geological formations. Two methods may be combined with the recovery of hydrocarbons: EOR (2) and ECBM (4). See text for explanation of these methods (Courtesy CO2CRC).

- Source: IPCC Carbon Dioxide and Storage: Chapitre 5 Underground geological storage

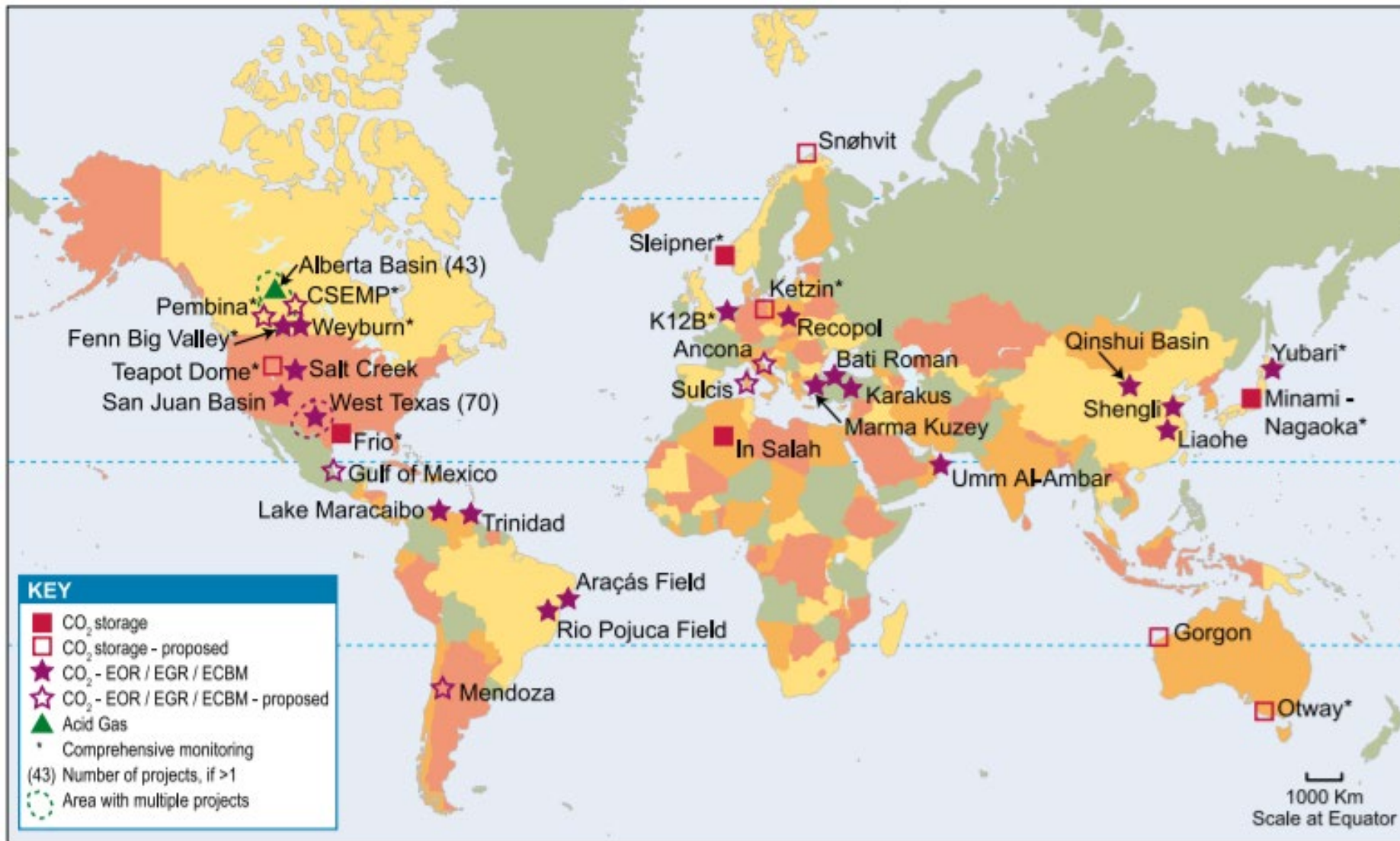


Figure 5.1 Location of sites where activities relevant to CO₂ storage are planned or under way.

Source: IPCC Carbon Dioxide and Storage: Chapitre 5 Underground geological storage

Stockage du CO2 dans des formations géologiques

► Sleipner Project, North Sea. Depuis 1996.

CO2 injecté à 800-1000m dessous

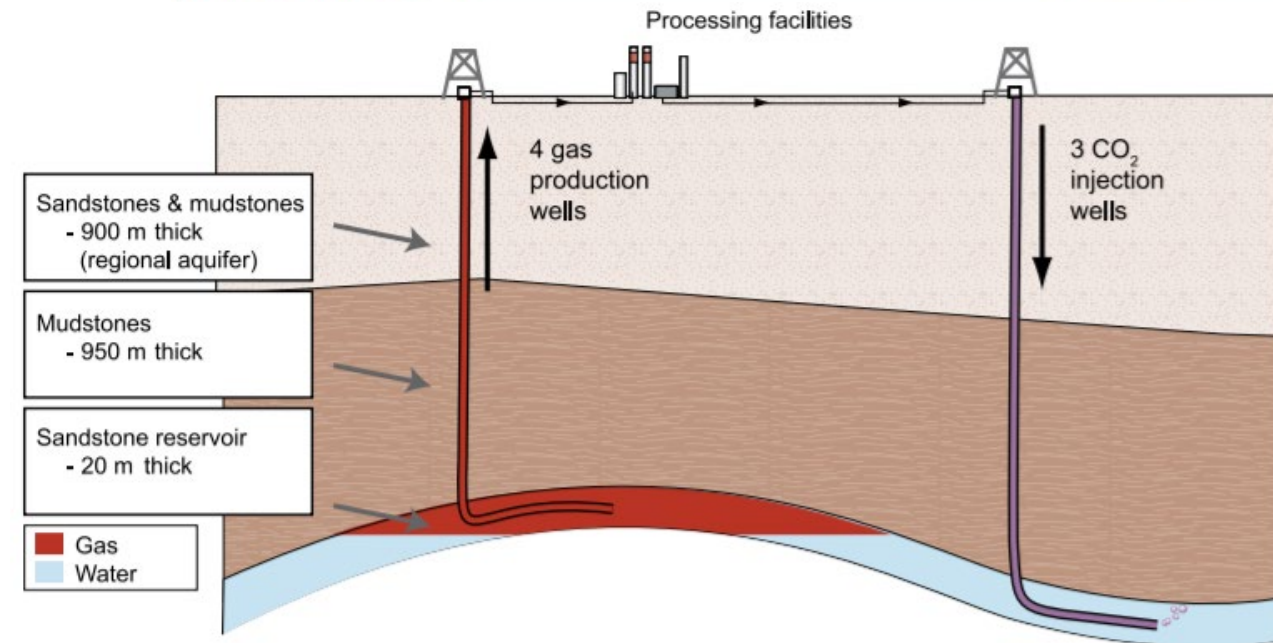
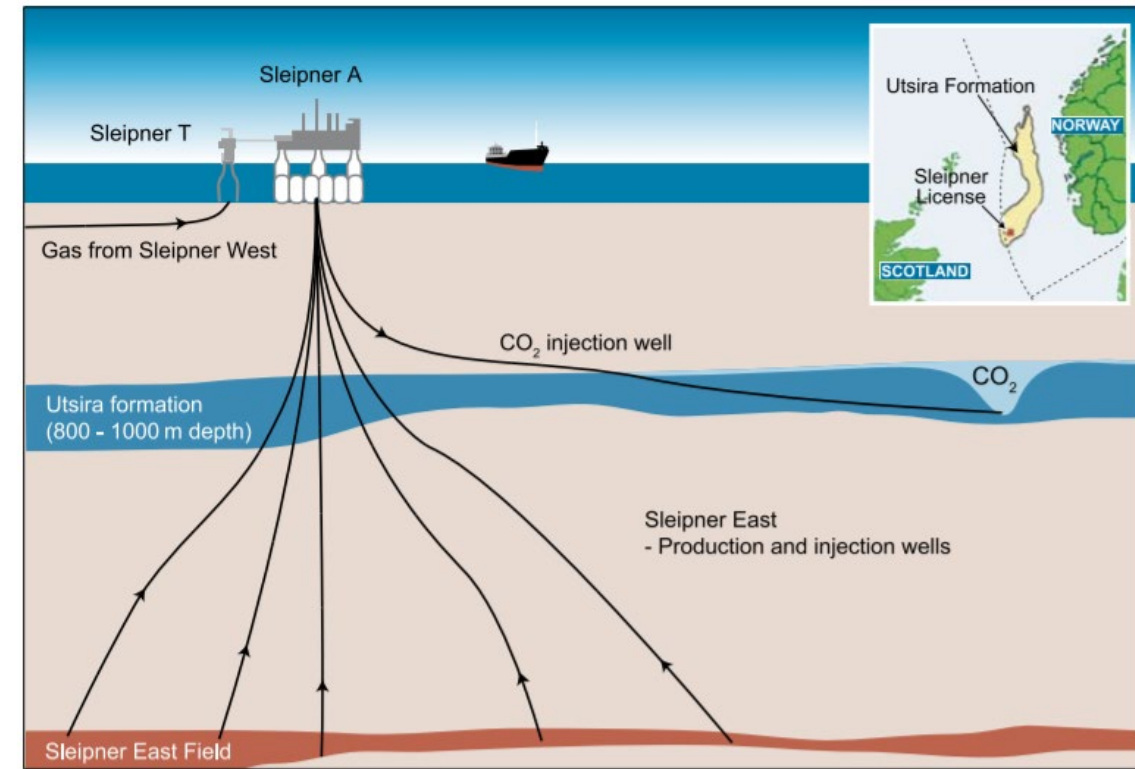
Capacité projeté à 1-10GtCO2

Quantité stockée 20MtCO2 environ

► In Salah, Algérie. Depuis 2004.

CO2 injecté à 1800m dessous

Quantité stockée 17MtCO2 environ



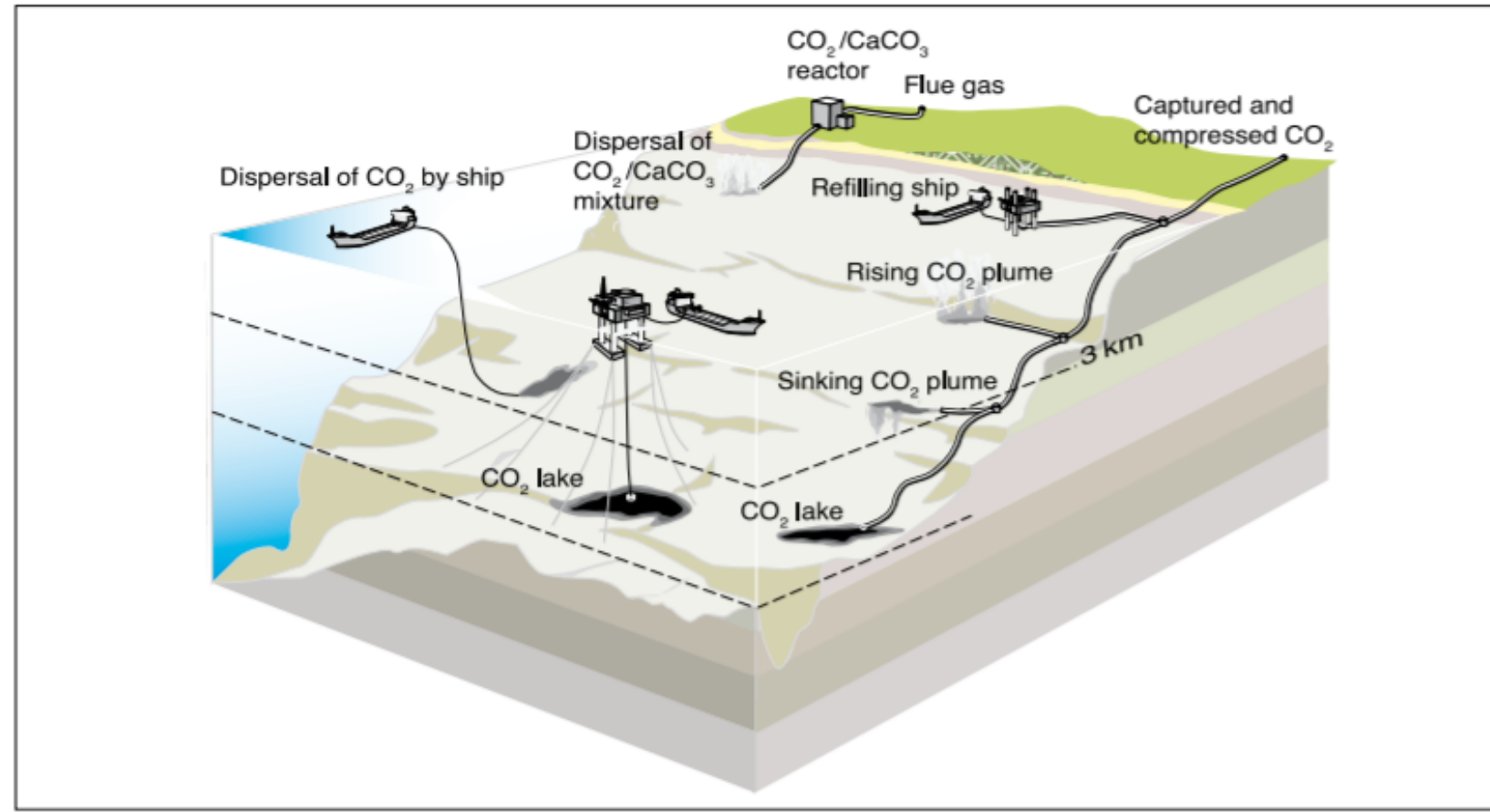
Stockage du CO₂ dans les océans

Stockage du CO2 dans les océans

- ▶ Le CO2 étant soluble dans l'eau, des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'océan se produisent naturellement jusqu'à ce qu'un équilibre soit atteint. Les océans absorbent actuellement environ 7 Gt CO2 par an.
- ▶ Le CO2 piégé pourrait potentiellement être injecté directement dans les profondeurs des océans où la majeure partie serait isolée de l'atmosphère pendant des siècles.

Stockage du CO₂ dans les océans

Formation d'hydrates solides de CO₂ et/ou de lacs de CO₂ liquide au fond des océans, et la dissolution de minéraux alcalins tels que le calcaire pour neutraliser l'acidité du CO₂.



Stockage du CO2 dans les océans

Conséquences probables ?

Impacts sur les écosystèmes océaniques s'accroissent à mesure que la concentration de CO2 augmente et que le pH baisse.

Importante:

Convention OSPAR et la Convention de Londres



D'autre forme de stockage ?

FORME SOLIDE

- Oxyde de calcium (CaO) → le calcaire (CaCO_3),
- Oxyde de magnésium (MgO) → la dolomite (MgCO_3)

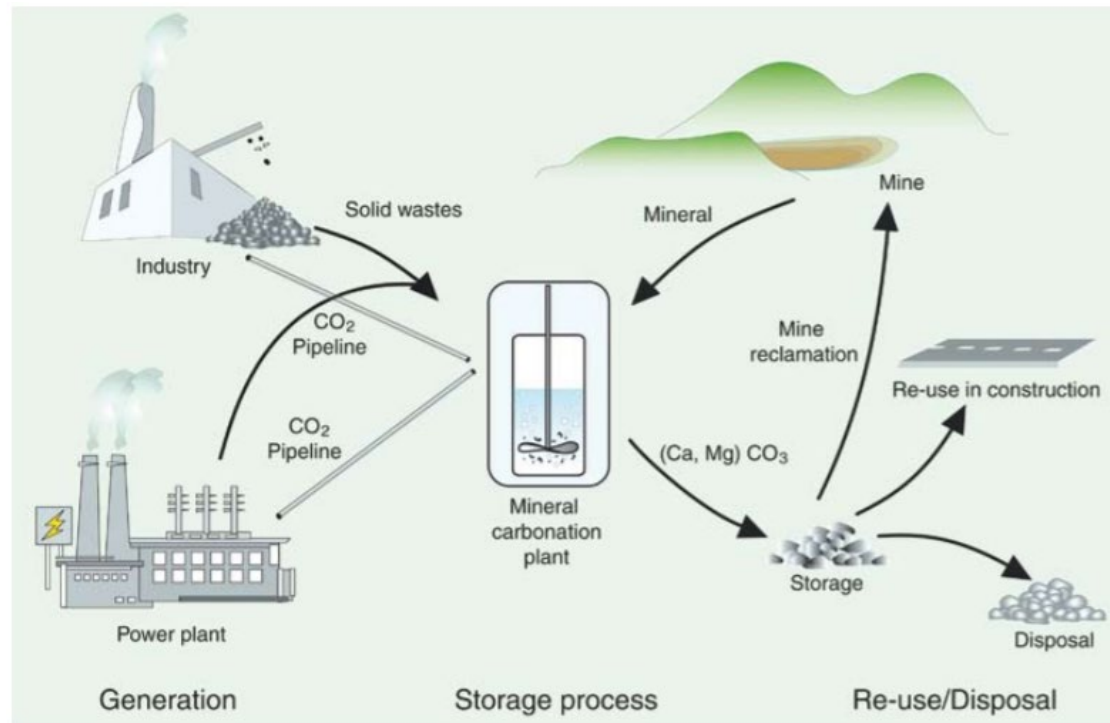


Figure 7.2 Material fluxes and process steps associated with the ex-situ mineral carbonation of silicate rocks or industrial residues (Courtesy Energy Research Centre of the Netherlands (ECN)).

Lacunes en matière de connaissance

- ▶ Intégrer toutes les composantes au sein de projets à grande échelle dans le secteur électrique.
- ▶ Analyser et de réduire les coûts.
- ▶ Évaluer la capacité de stockage potentielle des sites géologiques appropriés.
- ▶ Expériences pilotes en matière de carbonatation minérale
- ▶ Études sur l'impact écologique du CO₂ dans les profondeurs de l'océan
- ▶ Développer davantage le cadre légal et réglementaire

Coûts et potentiel économique

Table 8.2 Estimates of CO₂ storage costs.

Option	Representative Cost Range (US\$/tonne CO ₂ stored)
Geological - Storage ^a	0.5-8.0
Geological - Monitoring	0.1-0.3
Ocean ^b	
Pipeline	6-31
Ship (Platform or Moving Ship Injection)	12-16
Mineral Carbonation ^c	50-100

	Coûts en dollars US/kWh
Nouvelles centrales à combustibles fossiles sans piégeage	0.03 – 0.06
Nouvelles centrales à combustibles fossiles avec piégeage	0.04 – 0.09
Piégeage uniquement	0.01 – 0.03

Ship transport distance	100 km	500 km
Onshore CO ₂ Storage (US\$/tCO ₂ shipped)	2.2	2.2
Ship transport to injection ship(US\$/tCO ₂ shipped)	3.9	5.3
Injection ship, pipe and nozzle (US\$/tCO ₂ shipped)	7.7	7.7
Ocean storage cost (US\$/tCO ₂ shipped)	13.8	15.2
Ocean storage cost (US\$/tCO ₂ net stored)	14.2	15.7

Bibliographie

- ▶ De Guillebom, B., & Ha-Douong, M. (2007). Captage et stockage du CO₂: quels enjeux en France. HAL, (268), 36–39. Retrieved from <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00154698>
- ▶ CITEPA. (2020, July 14). DIOXYDE DE CARBONE (FORMAT SECTEN). Retrieved January 15, 2021, from <https://www.citepa.org/fr/2020-co2/>
- ▶ EDF. (2018, September 19). Réduire les émissions de CO₂ : les solutions. Retrieved January 15, 2021, from <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/le-developpement-durable/reduire-les-emissions-de-co2-les-solutions>
- ▶ GreenFacts. (2007, September 15). Le piégeage et stockage du CO₂. Retrieved January 15, 2021, from <https://www.greenfacts.org/fr/piegeage-stockage-co2/>
- ▶ Jean-Baptiste, P., & Ducroux, R. (2003). Potentiel des méthodes de séparation et stockage du CO₂ dans la lutte contre l'effet de serre. Comptes Rendus Geoscience, 335(6–7), 611–625. [https://doi.org/10.1016/s1631-0713\(03\)00086-5](https://doi.org/10.1016/s1631-0713(03)00086-5)
- ▶ MyClimate. (n.d.-a). What are “negative emissions”? Retrieved January 15, 2021, from <https://www.myclimate.org/information/faq/faq-detail/what-are-negative-emissions/>
- ▶ MyClimate. (n.d.-b). What does “net zero emissions” mean? Retrieved January 15, 2021, from <https://www.myclimate.org/information/faq/faq-detail/what-does-net-zero-emissions-mean/>