



Groupe H₂-CO₂

VISIONS CCUS

27 janvier 2023

Malika Elassili

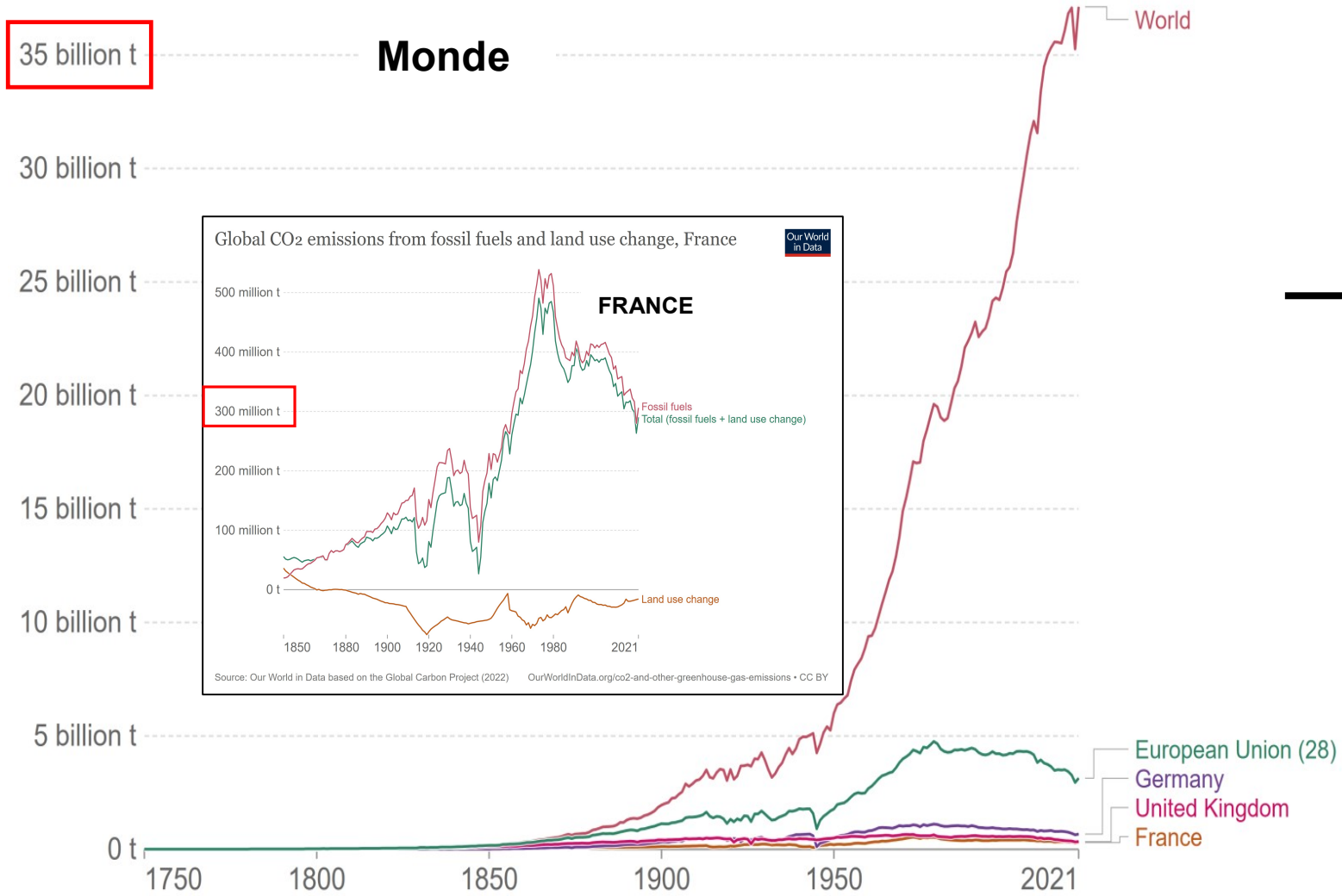
Yves Friedmann

Annual CO₂ emissions

MISE en PERSPECTIVE



Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land use change is not included.



Switches:



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022) OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • CC BY

1. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Emissions de gaz à effet de serre FRANCE

Inventaire d'émissions de GES (format SECTEN)

Emissions par secteur (en MtCO ₂ eq)	2015	2050
Extraction, transformation et distribution d'énergie	47	2
Industrie manufacturière et construction	82	16
Traitement centralisé des déchets	17	6
Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel	93	5
Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCATF	89	48
Transports	137	4
Emissions totales hors UTCATF hors CCS	464	80
CCS	0	-15
Emissions totales hors UTCATF	464	65
Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie	-41	-67
Total avec UTCATF	423	-2

← -1 en 2030

384 en 2021

Tableau 13. Fiscalité carbone dans le scénario AME 2021

€/2016/tCO ₂	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Composante carbone ³	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6
UE-SEQE	15,5	25,0	28,0	30,0	40,0	53,0	70,1	89,4

↑
Cours fin 2022: 85 €/t CO₂ !!

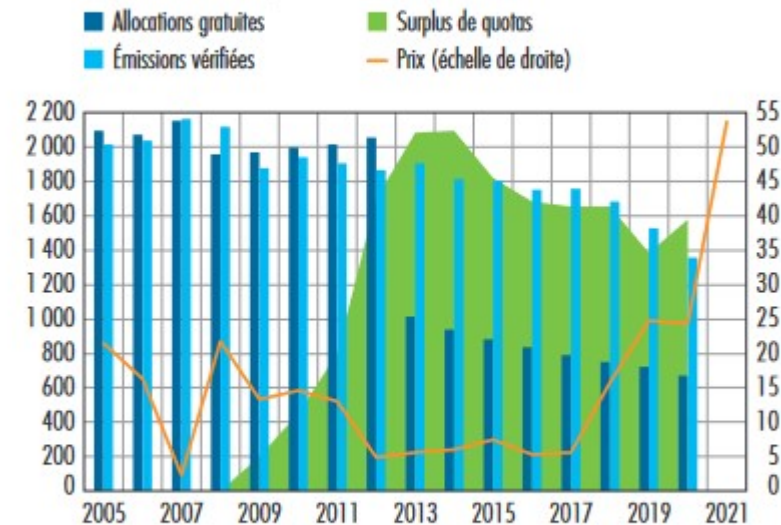
Synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l'énergie et le climat

Stratégie nationale bas carbone (SNBC) et Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)
Direction Générale de l'Énergie et du Climat 01/01/2020

PRIX et MARCHÉ du CARBONE

G4 Allocations gratuites de quotas et émissions vérifiées dans l'Union européenne

(quantité en Mteq CO₂, prix en euros par tonne)



Sources : Commission européenne, Agence européenne de l'environnement (EU Emissions Trading System [ETS] data viewer), Trading Economics (EU Carbon Permits).

Concerne: grosse prod. electricité et chaleur, raffineries pétrolières, acier, métaux, ciment, verre papier, produits chimiques, aviation commerciale intra-UE, N₂O, gaz fluorés

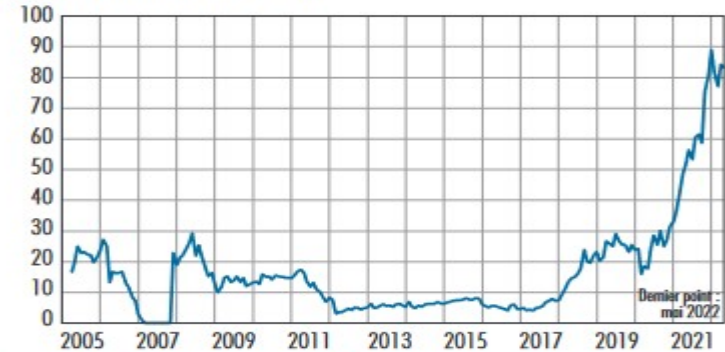
En France: - **Taxe Carbonne** pour les consommateurs

En France et UE: - Système d'Echange de quotas d'Emission **SEQE-UE** pour les grosses entreprises (~ 11000) émettrices de plus de 0.1 MtCO₂/an
 - Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières **MACF**
 - Paquet "Fit-for-55": réduction > 55% d'émissions(1990) d'ici 2030

Comment ça marche

G3 Prix des permis d'émission dans le système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne

(en euros par tonne de CO₂)



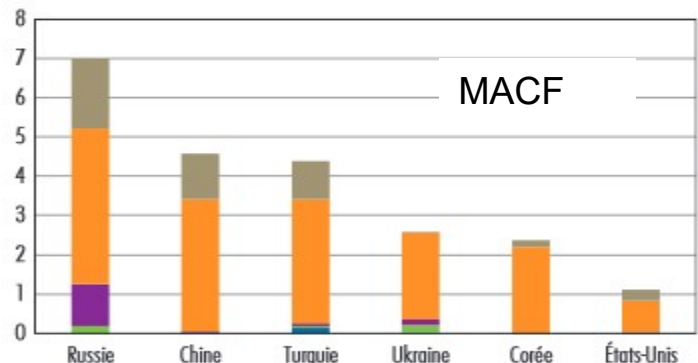
Source : Trading Economics (EU Carbon Permits).

G6 Principaux pays concernés par le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF)

Importations par produit en 2020

(en milliards d'euros)

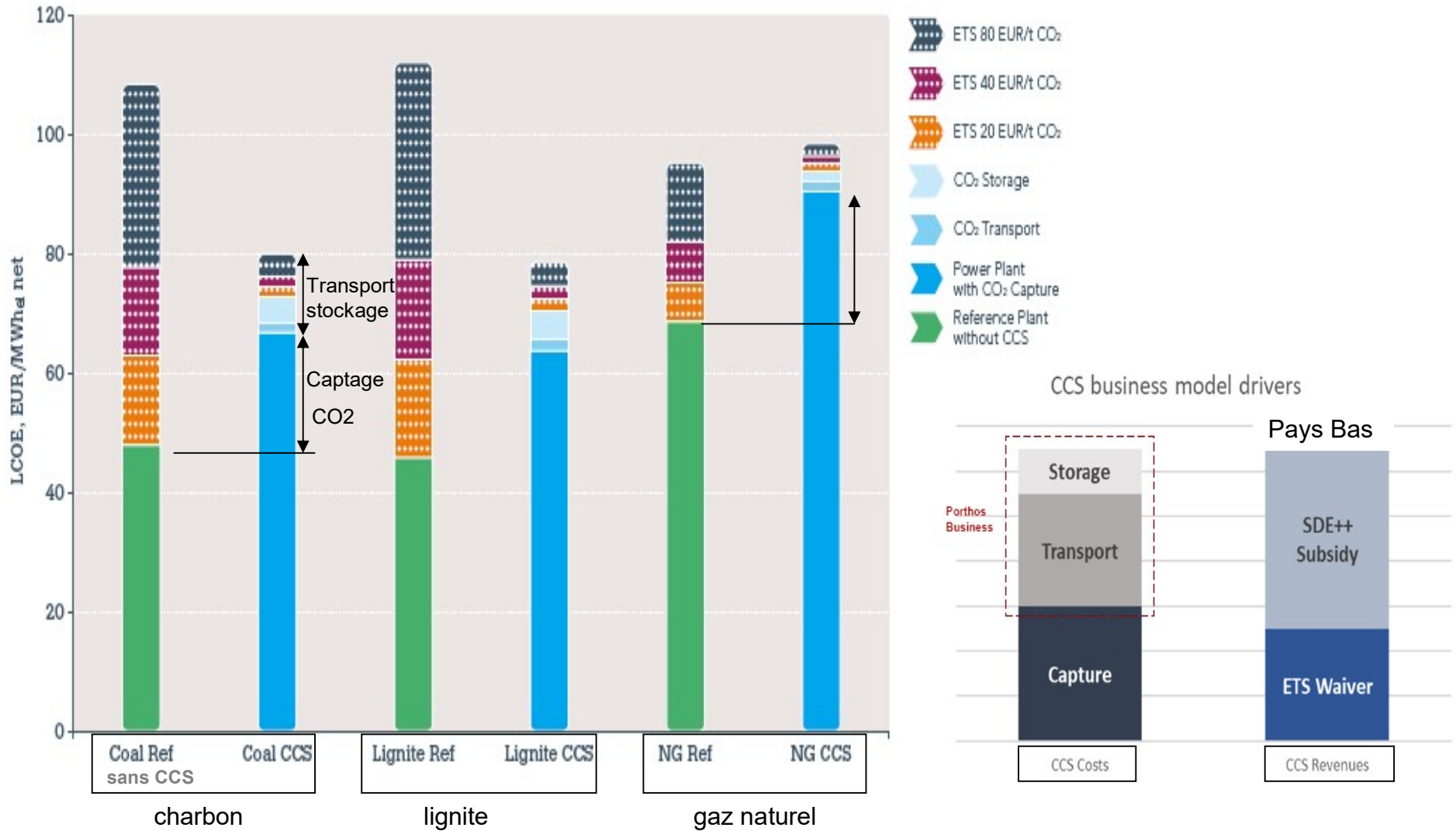
■ Ciment ■ Engrais ■ Aluminium
 ■ Électricité ■ Fer et acier



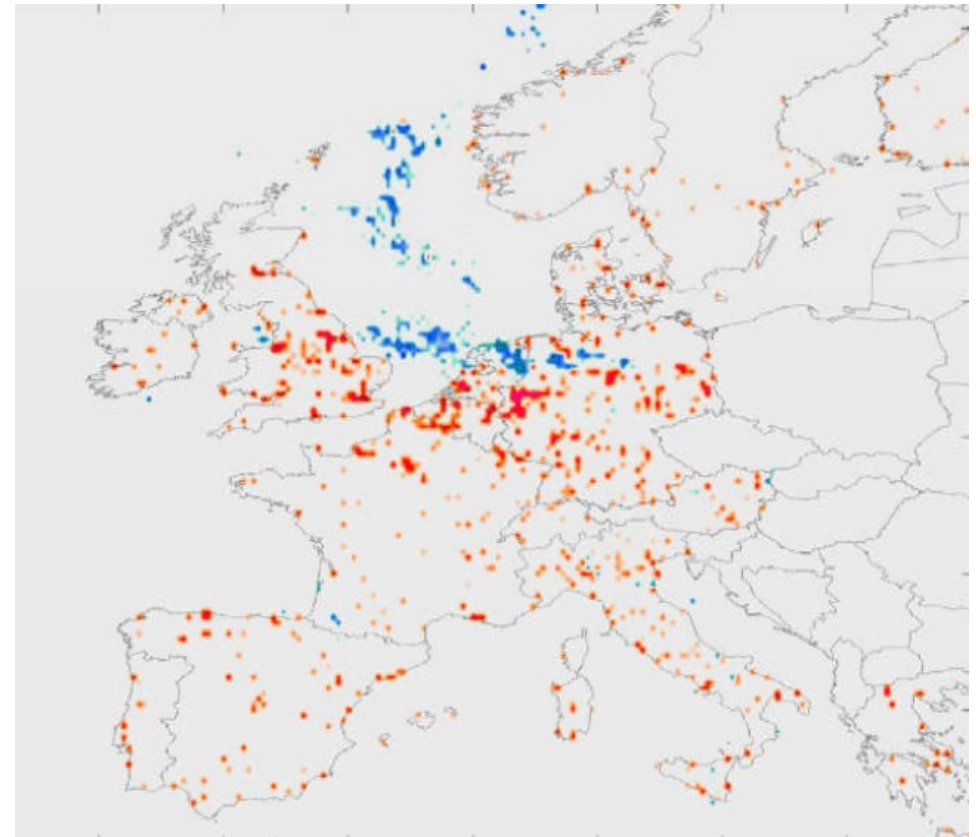
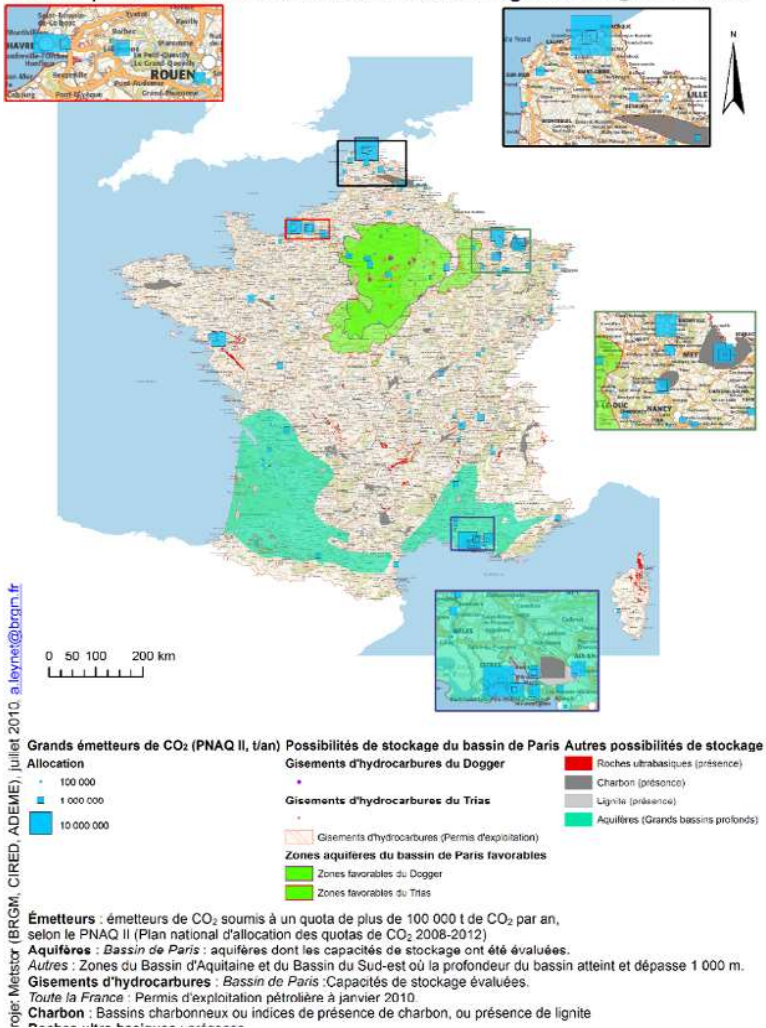
MACF

Décomposition des coûts de production d'une centrale électrique

Figure 12: The LCOE of integrated CCS projects (blue bars) compared to the reference plants without CCS (green bars)



Zones potentiellement favorables au stockage du CO₂ en France



à gauche: **sites potentiels de séquestration géologique dans l'hexagone**

à droite: **sites potentiels en Mer du N et SO (en bleu), densités d'émissions CO₂ (en rouge)**

STRATEGIE NATIONALE BAS CARBONE (SNBC)

L'industrie française se mobilise

Le CSC vers l'objectif France 2030



CO2  Captage  Transport  Stockage

Source : ressources Club CO2 (séminaire 12/2021)



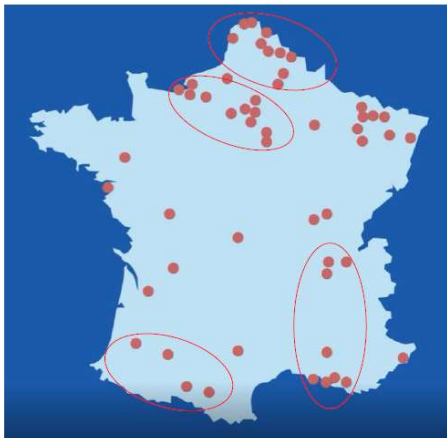
Objectifs SNBC en 2050 avec le CCS :

15 MtCO₂ captés dont 5 Mt CO₂ dans l'industrie
et 10 Mt CO₂ bioénergie

- Identification des clusters d'émission et élaboration de scénarios locaux pour mise à l'échelle du CCS à l'horizon 2030 (4 zones : Nord, Seine, Vallée du Rhône et Bassin Aquitain)
- Nécessité d'un cadre réglementaire :
 - pour l'export de CO₂ (accords bilatéraux entre pays émetteurs et stockeurs - ex : Norvège, Pays-Bas, UK, Danemark, ...)
 - pour le développement des capacités de stockage (ex : permis, licence, ...)
- Nécessité de soutiens attractifs (complémentaires aux financements de l'UE) et de réduction des risques pour les industriels.

CAPTAGE CO2 en FRANCE

ACTIONS EN COURS / A VENIR POUR CAPTER LES EMISSIONS DE CO2 EN FRANCE



Près de 950 principaux sites émetteurs (2018)

Les conditions de transport & stockage du CO2 sous la mer du Nord (Norvège, Pays-Bas, UK) sont à l'étude.

À partir de 2028

Captage du CO₂ dans une usine de production de chaux à Réty

Le projet CalCC a été sélectionné pour préparer une convention de financement suite à l'appel à projets grande échelle 2021 du **Fonds de l'Innovation Européen**.



Dunkerque et les Hauts-de-France



À partir de 2023

Captage de CO₂ dans une cimenterie à Lumbres

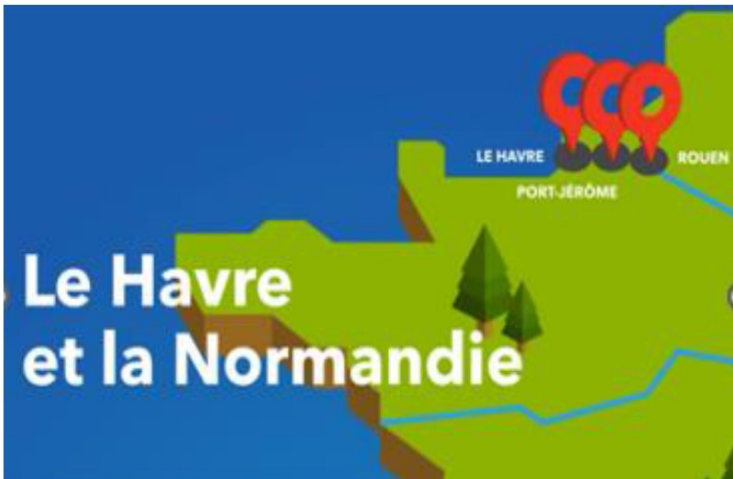
Premier projet français sur le CSCV soutenu par le **Fonds de l'Innovation Européen** (appel à projet 2020)



À partir de 2022

Captage de CO₂ dans une aciérie à Dunkerque

Un pilote industriel de captage de CO₂ est en fonctionnement sur l'aciérie d'ArcelorMittal.



2020 - 2021

Étude de faisabilité pour la mise en œuvre d'une **plateforme mutualisée de CO₂** au Havre, Port-Jérôme et Rouen.

Depuis 2015

Captage de CO₂ dans une usine à Port-Jérôme

Air Liquide exploite actuellement une usine de captage de CO₂ à l'échelle industrielle dans son **unité de reformage de gaz naturel**, en utilisant sa **technologie de captage cryogénique**.



2019 - 2022

Élaboration de **scénarios** locaux de déploiement du CSCV dans le bassin parisien.

Le bassin parisien et l'Île-de-France

2021 - 2025

La **caractérisation géologique d'un aquifère salin profond** est en cours dans le Sud-Est de Paris.

La construction d'un pilote de stockage dans la région sera proposé à la fin du projet.

Vallée du Rhône

2019 - 2022

Élaboration de scénarios locaux de déploiement du CSCV

Stockage du CO₂

PIPELINE
BATEAUX

2015-2022

Principaux projets en cours

- Identification des voies de décarbonation pour les sites industriels et les flux logistiques (réseau vapeur, CSCV, etc.)
- Montage du programme SYRIUS pour une Zone Industrielle Bas Carbone (appel à projets ZIBAC de l'ADEME).

2015-2022

La zone industrielle de Fos

L'association PIICTO rassemble des industries, des aménageurs et des collectivités territoriales depuis 2015.



2022 - 2024

Explorer les possibilités de captage et de stockage du CO₂ pour les sites industriels

Pour les émissions irréductibles de CO₂ provenant de diverses usines de Fos, Lavera, Berre, Gardanne et de la Vallée du Rhône.

Avec **stockage du CO₂** à proximité **sous la Méditerranée** ou bien ailleurs onshore ou offshore, en France ou en Europe.

Avec étude de **l'ensemble de la chaîne de valeur CSCV.**

EXEMPLES D'UTILISATION DU CO₂

2020 - 2023

Jupiter 1000 à Fos

GRTgaz développe le premier démonstrateur de **Power-to-gas** à l'échelle industrielle. Il transforme l'énergie électrique renouvelable en gaz de synthèse, **en utilisant du CO₂**.



2020 - 2027

Valorisation du CO₂ : la cimenterie de Vicat à Montalieu

Vicat et Hynamics (une filiale d'EDF) développent un projet de **décarbonation** de la cimenterie.

Utilisation de CO₂ pour produire 200 000 tonnes de méthanol de synthèse par an.



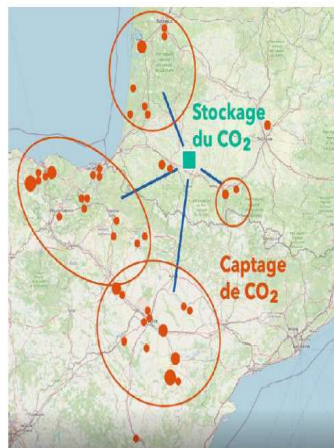
Le bassin aquitain

1 million de tonnes CO₂ /an d'ici 2030



2021 - 2030

Projet transfrontalier entre la France et l'Espagne qui vise à créer une plateforme mutualisée de stockage et de valorisation du CO₂



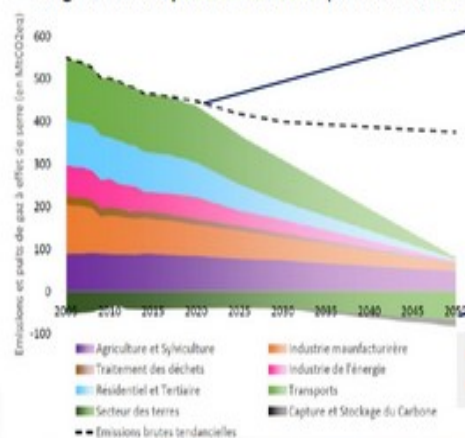
M. ELASSILI

Groupe H2-CO₂ / CCUS -

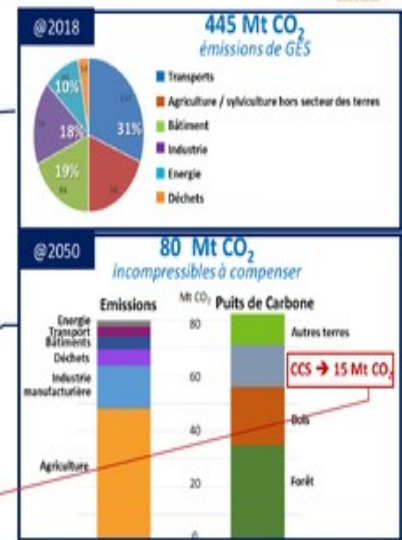
FRANCE STRATEGIE NATIONALE BAS CARBONE (SNBC)

Rôle du captage et stockage du CO₂ en France

- Décarboner totalement la production d'énergie @ 2050
- Réduire les consommations d'énergie dans tous les secteurs
- Diminuer les émissions non liées à la consommation d'énergie
- Augmenter les puits de carbone (naturels & technologiques)



- 5 Mt → Industrie
- 10 Mt → Bioénergie



Projets Séquestration CO2

Mer du Nord Néerlandaise (proche France)

Nom du Projet:	Capacité/an	Transport	Partenaires	Planning
• PORTHOS (Rotterdam)	2- 2.5 MtCO2	P/L	Port A., EBN, Gasunie	OP 2024 à 2055+
• ARAMIS (Rotterdam):	5 MtCO2	bateaux et P/L	EBN, Total, Gasunie	FID 2023 OP 2026
• ATHOS (Amsterdam):	7.5 MtCO2	P/L	divers + Tata Steel	ANNULE (Tata)
• DARTAGNAN (Dunkerque/): (Rotterdam)	3 - 12 MtCO2	bateaux	Ports Autonomes	OP 2025 à 2050+

Autres Projets en mer UK etc. : à suivre

Accords sur les transferts de CO2 internationaux à définir cf. interdiction des transferts de déchets et les désignations des Projets d'Intérêt Commun de l' UE.

Conclusions – Perspectives stockage géologique de CO2

Panorama:

- Petit nombre de sites potentiels mais incontournables; énormité et urgence des besoins:
 - **Conversion de champs de Gaz Naturel:** Mer du Nord (+ Lacq?) technologie mature
 - **Aquifères salins:** Bassins sédimentaires; Parisien, vallée du Rhône etc.. idem
- Développement futur européen exponentiel cf. SEQUE-UE + MACF, “Fit for 55”:
 - Valorisation progressive et rapide du CO2 sur le marché des quotas échangeables
 - Poids financier croissant des émissions de CO2

Vision de risques:

- Risque concurrentiel existentiel pour les sites éloignés/non équipés de systèmes CCS
- Tension en ressources humaines et matérielles qualifiées. Développement simultané du GN + stockage géologique CO2 faisant appel aux mêmes compétences et moyens matériels

Actions à envisager:

- Travail de la problématique CCS industrielle propre à chaque industrie et chaque site
- Assistance aux décisionnaires centraux et locaux pour la formation de PCIs (Projets d’Intérêt Commun UE) de CCS, Etudes de faisabilité technique et économique, etc...