



Le CCUS, avis et feuille de route du Club CO₂

Florence Delprat-Jannaud

florence.delprat-jannaud@ifpen.fr

<https://www.club-co2.fr>



Séminaire national

Captage, stockage et valorisation du CO₂

13 décembre 2021



Le “Club CO₂” : l’équipe de France du Captage, stockage et valorisation du CO₂

1. Une association fondée en 2002 qui regroupe les acteurs français impliqués dans le CCUS
2. Un forum de partage d'informations et d'initiatives entre acteurs industriels, acteurs de la recherche et institutionnels en France
3. Un facilitateur et un catalyseur des actions françaises dans le domaine du CCUS favorisant la coopération nationale entre secteurs publics et privés



Une longue expérience française dans le domaine du captage, stockage et de la valorisation du CO₂

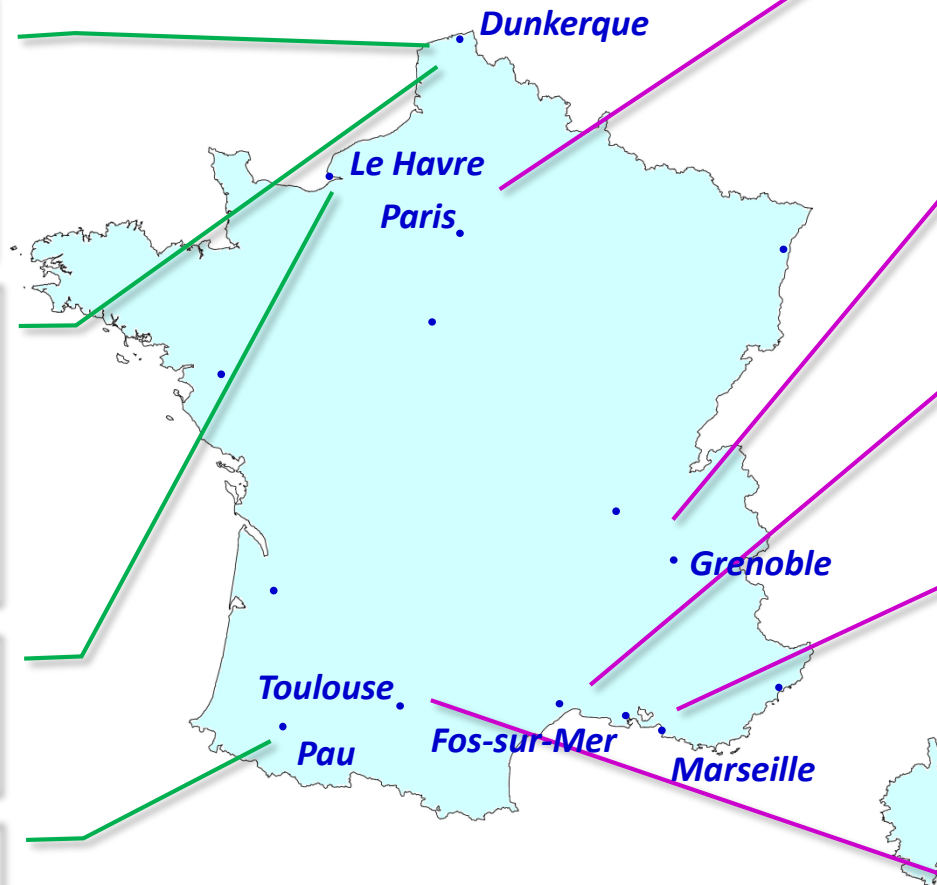
- ✓ Plus de 200 laboratoires dédiés au CCUS
- ✓ Des projets de R&D, des pilotes, des démonstrateurs
- ✓ Des acteurs pleinement engagés dans le développement du CCUS

IGAR – Demonstrator-based validation of injection in a blast furnace for the reduction of steelmaking gases [ArcelorMittal]

3D “DMX Demonstration in Dunkirk” – CO₂ capture (DMX technology) from steel factory (pilot) with possibility to develop the future European Dunkirk North Sea cluster [IFPEN, ArcelorMittal, AXENS, TOTAL]

Le Havre C2A2 Pilot – CO₂ capture test facility on coal plant [EDF, Alstom, Dow Chemical] with ADEME support

Lacq – CO₂ capture test facility [TOTAL]



FASTCARB – Production of recycled concrete through mineralization [IFSTTAR]

CEMENTALGUE – Captured CO₂ for algae cultivation [VICAT]

Jupiter 1000 – Methanation process with CO₂ [GRTgaz]

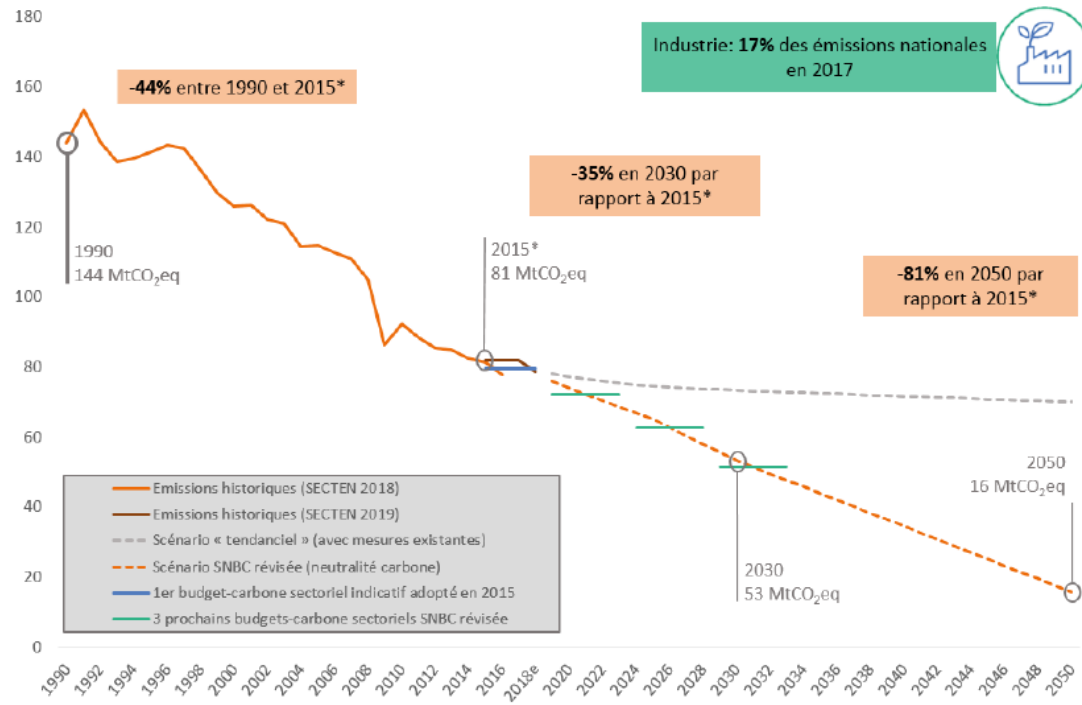
VASCO2 – Production of algal biomass via industrial sources of CO₂ [Port of Marseille]

CARBOVAL – Mineralization of mining industry waste [University of Toulouse]

Le CCS, un enjeu pour la décarbonation de l'industrie en France

- Une réponse complémentaire aux leviers efficacité énergétique et énergies renouvelables
- Vers des premières mises en œuvre de CSC à l'échelle industrielle dès 2025 et 2030
 - En priorité dans des régions industrielles françaises ayant un accès aux capacités de stockage déjà identifiées (Mer du Nord)

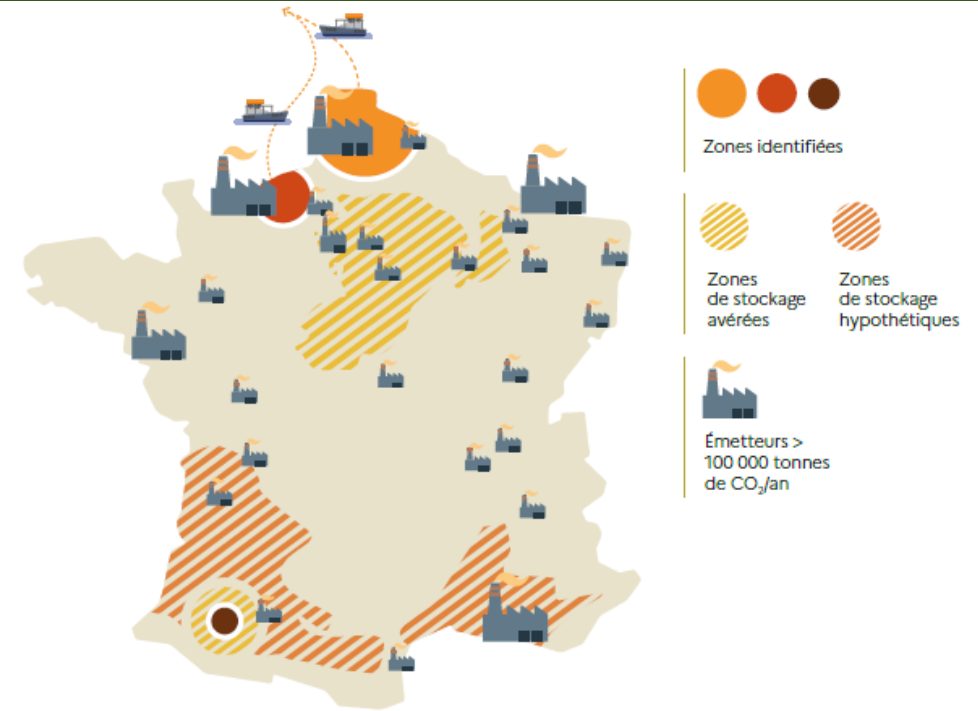
Historique et projection des émissions du secteur de l'industrie entre 1990 et 2050 (en MtCO₂eq)



*Les émissions de référence pour l'année 2015 sont issues de l'inventaire CITEPA SECTEN 2018

e : estimation. Sources : inventaire CITEPA 2018 au format SECTEN et périmètre Plan Climat Kyoto ; Scénarios AME et AMS 2018

(SNBC2, 2020)



Hauts-de-France (Dunkerque) 15 MtCO₂/an

- ⊕ Possibilité de stockage offshore (avec la Mer du Nord)
Gros volumes de CO₂ pour la mise en place d'infrastructures de transport de CO₂
- ⊖ Verrou réglementaire à lever sur la possibilité d'exporter les émissions de CO₂ hors du territoire et par bateau
Coût minimal estimé à 100 €/t CO₂

Normandie (Le Havre-Rouen) 6 MtCO₂/an

- ⊕ Interconnexion avec le hub CO₂ de Dunkerque pour stockage offshore (avec la Mer du Nord)
Gros volumes de CO₂ pour la mise en place d'infrastructures de transport de CO₂
- ⊖ Verrou réglementaire à lever sur la possibilité d'exporter les émissions de CO₂ hors du territoire et par bateau
Coût minimal estimé à 125 €/t CO₂
Pérennité des sites (secteurs industriels qui seront impactés par la transition énergétique)

Nouvelle Aquitaine (Lacq) 3 MtCO₂/an

- ⊕ Infrastructures existantes (ancien gisement de gaz)
Coût minimal estimé à 88 €/t CO₂
- ⊖ Faible volume de CO₂
Zone de stockage onshore

(ADEME, 2020)

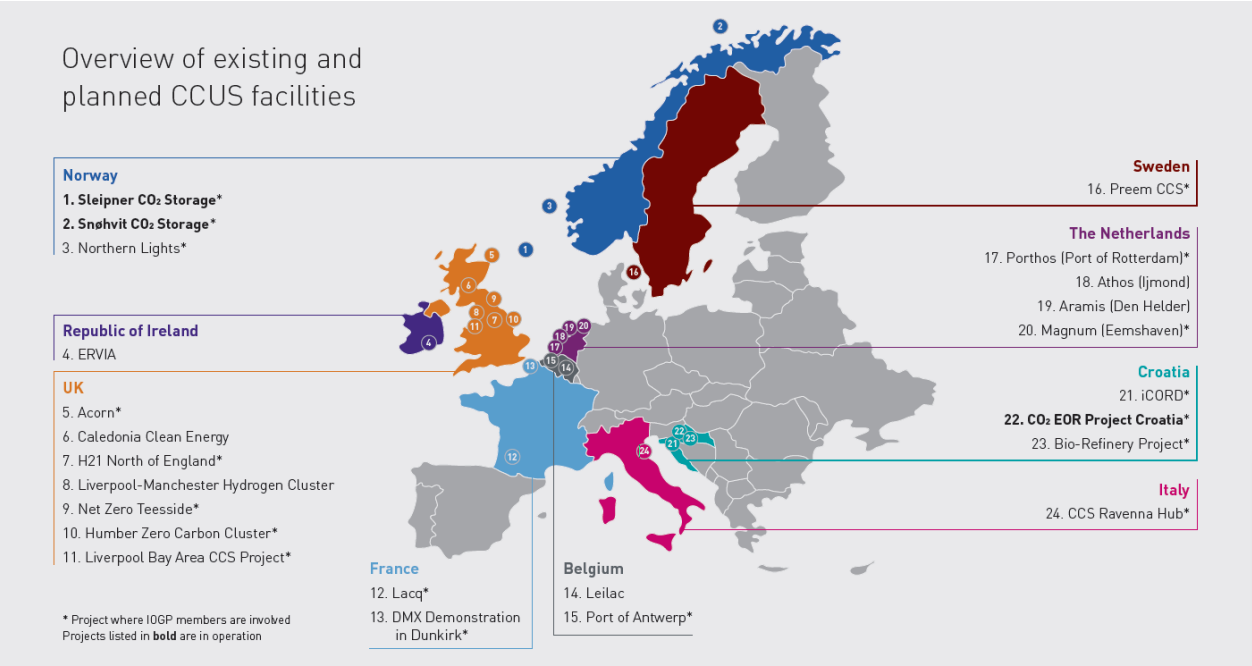
Le CCS, une opportunité pour contribuer à la décarbonation du territoire et maintenir une compétitivité de l'industrie française

- Des briques matures technologiquement
- Mais une maturité économique et commerciale à démontrer
- Des premières à mettre en œuvre de CSC en France dès 2025
 - Avec comme première cible 1 à 5 Mt CO /an
- Nécessité de développer une infrastructure de transport et de stockage

40 Mt CO₂ captés et stockés /an

135 projets grande échelle

| | En opération | En construction | En développement | Suspendus | Total |
|------------------------|--------------|-----------------|------------------|-----------|-------|
| Nombre d'installations | 27 | 4 | 102 | 2 | 135 |
| Capacité (Mt /an) | 36,6 | 3,1 | 107,6 | 2,1 | 149,3 |



Des enjeux à relever dès aujourd'hui

- Mettre en place un (des)mécanismes de financement pour
 - Accélérer le développement des projets industriels innovants
 - Soutenir un fonctionnement des installations jusqu'à l'atteinte par l'EU ETS d'un prix du carbone ou une valeur des produits décarbonés qui permette d'assurer la compétitivité des entreprises

- Sécuriser des capacités de stockage géologique de CO₂, en
 - Obtenant des « droits à stocker » auprès des pays européens qui disposent de capacités
 - Investigant les opportunités de stockage sur le territoire national
 - En concertation avec toutes les parties-prenantes concernées

- Instruire des solutions pour les émetteurs éloignés des lieux de stockage ou isolés
- Permettre la définition, d'ici 2030, et en concertation avec les territoires d'un plan de développement des infrastructures et installations

- Eprouver/optimiser les technologies sur les industries sur lesquelles elles ne l'ont pas encore été
- Soutenir
 - La recherche et l'innovation pour développer les technologies les plus performantes et les plus économiques, les mieux adaptées aux besoins de chaque type d'industrie et aux spécificités des territoires.
 - les développements d'unités pilotes et de démonstrateurs

- ✓ Soutenir l'économie circulaire en donnant au CO₂
 - ✓ Une valeur environnementale
 - ✓ Une valeur économique
- ✓ Accélérer la recherche et du développement des procédés de valorisation du CO₂ pour
 - ✓ Identifier les procédés pertinents
 - ✓ Préparer la mise en œuvre de démonstrateurs et d'installations de pleine échelle

La feuille de route du Club CO₂

1

Communiquer vers un large public:

- Urgence de l'action
- Rôle de la filière pour atteindre la neutralité carbone à 2050

2

Interagir avec les pouvoirs publics (ministères, régions)

- Feuilles de route technologique
- Comptabilisation des émissions / Contribution aux émissions négatives
- Hydrogène et CO₂
- Financement pour les pilotes et démonstrateurs et la recherche

3

Promouvoir et faciliter les développements technologiques et la réalisation de projets concrets

- Promouvoir la réalisation de pilotes et démonstrateurs en France et de 1^{ères} installations pleine échelle
- Contribuer à créer les conditions (réglementaires et contractuelles) pour la construction de hub de transport et stockage de CO₂ en EU
- Evaluer les capacités de stockage en France
- Identifier les freins réglementaires au niveau EU et FR pour l'ensemble de la filière et travailler sur la définition d'un cadre réglementaire
- Promouvoir les atouts des voies de valorisation pour hiérarchiser et promouvoir les solutions pertinentes



Le Captage et Stockage géologique du CO₂ (CSC), un levier pour atteindre la neutralité carbone de l'industrie en 2050

- Le Club CO₂ français convaincu de la nécessité du développement de cette solution -

Octobre 2021

La neutralité carbone, un enjeu de taille pour l'industrie

Les enjeux de décarbonation de l'industrie fixés par la Stratégie Nationale Bas Carbone, SNBC, pour atteindre la neutralité carbone en 2050 sont élevés : la SNBC cible, en 2050, une réduction de 35 % des 93 Millions de tonnes de CO₂ émises par l'industrie en 2015 et de 33% des 46,7 millions de tonnes de CO₂ émises en 2015 pour la transformation d'énergie. Or, en 2019, l'industrie et la transformation d'énergie totalisent en France encore environ 138 Millions de tonnes¹ de CO₂ émis, à quasi-égalité avec les émissions du secteur du transport.

Des leviers de décarbonation amont existent ou sont en cours de développement (amélioration de l'efficacité énergétique, diversification du mix énergétique vers des combustibles décarbonés comme la biomasse, électrification, ...), mais, dans certains cas, ils ne peuvent constituer les seuls vecteurs pour atteindre un objectif de cette ampleur dans des délais aussi ambitieux, en particulier pour les sites industriels de grande taille présentant des émissions en lien avec les procédés (cimenteries, usines sidérurgiques, ...). En effet, ces solutions peuvent se révéler, pour certaines industries et, du moins à ce jour, complexes à mettre en œuvre voire réductrices d'un point de vue technique et/ou économique, ou ne seront pas suffisantes pour atteindre la neutralité carbone.

Ainsi, et pour répondre à l'urgence de la situation climatique et au besoin de décarbonation de l'industrie française, le Captage et Stockage géologique du CO₂ (CSC) apparaît dans les différents scénarios de neutralité carbone pour apporter une réponse complémentaire aux leviers que sont l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables ; les premières mises en œuvre de CSC à l'échelle industrielle peuvent être réalisées entre 2025 et 2030, en priorité dans des régions industrielles françaises ayant un accès aux capacités de stockage déjà identifiées, notamment sous la mer du Nord (Longship-Northern Lights/Norvège et Porthos/Francis-Bas, ...).

Le Captage et Stockage géologique du CO₂, une solution pour contribuer à l'atteinte des objectifs, ambitieux, de décarbonation de l'industrie

Le CSC constitue une solution de décarbonation qui permet un abatement des émissions de CO₂ massif pour les installations industrielles concernées, estimé en moyenne à 90% du CO₂ émis², variable selon les technologies de captage et les industries concernées.

En complément des dynamiques actuelles de modernisation des usines (efficacité énergétique, efficacité des procédés, ...), le CSC contribue à préserver la compétitivité et la résilience des industries concernées en agissant sur leurs émissions de CO₂ résiduelles, et dans certains cas, en limitant les coûts importants de transformation de l'outil industriel existant.

¹ Référence : INSEE émissions de CO₂ en 2019 : total France = 440,7 Millions de tonnes (Mt) – Industrie = 92,5 Mt – transformation d'énergie = 45,8 Mt.

² Référence : Aute technique ADEME – Juillet 2020 – lien site : http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/captage-stockage-geologique-co2_mec_aute-technique_2020.pdf – estimation hors CO₂ additionnel lié aux besoins énergétiques des procédés de captage

- En France, le développement du CCUS devrait
 - Permettre l'essor d'une filière française de technologies et ainsi
 - Renforcer le tissu et l'offre de services industriels
 - Contribuer à favoriser la sauvegarde, voire la création, d'emplois dans les territoires
 - Concourir au développement de filières complémentaires d'avenir valorisant le CO₂ capté



Les acteurs français ont les atouts pour créer une filière d'excellence au niveau international sur l'ensemble de la chaîne de captage, transport, stockage et valorisation du CO₂