



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

CONSULTATION



Stratégie CCUS

Capture, stockage, et
utilisation du carbone

SOMMAIRE

- Édito d’Agnès Pannier-Runacher, ministre de la Transition énergétique. 3
- Édito de Roland Lescure, ministre délégué chargé de l’Industrie. 5
- Synthèse 6
- Contexte. 8
- Priorisation des usages de la CCus. 9
- Trajectoires CCUS. 8
- Transport. 12
- Stockage. 14
- Dispositif de soutien de l’État au CCS :
les contrats carbone pour différence (CCFD) 16
- Valorisation du CO₂. 17



ÉDITO D'AGNÈS PANNIER RUNACHER, MINISTRE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

La capture, le stockage et la réutilisation du carbone (CCUS) font partie des innovations technologiques qui vont nous permettre d'atteindre la neutralité carbone et notre objectif de réindustrialisation.

Les combats pour le climat et l'industrie se mènent de front : c'est comme ça que nous réussirons ! En nous décarbonant, nous donnons un temps d'avance à nos industriels dans les technologies vertes de demain et une résilience face aux risques liés au changement climatique. En parallèle, il n'y aura pas d'investissement dans le climat sans une industrie créatrice de richesse et d'emplois en France. C'est un modèle gagnant-gagnant.

Nous avons déjà fait beaucoup ces dernières années en matière de décarbonation de l'industrie. Le secteur industriel est le premier contributeur à la baisse des émissions depuis 1990. Nos objectifs climatiques requièrent toutefois que l'industrie poursuive ses efforts et passe de 72 MtCO₂ d'émissions en 2022 à 45 MtCO₂ en 2030. C'est beaucoup, mais c'est possible.

En novembre dernier, le Président de la République nous confiait, à Roland Lescure et à moi, la mission d'entraîner les 50 sites industriels les plus émetteurs en France dans une démarche de transformation, grâce à l'élaboration de contrats de décarbonation concrets, identifiant des trajectoires et des solutions. Je tiens à remercier tous les industriels qui ont joué le jeu et toutes les équipes au sein de l'État qui les ont accompagnés dans cet exercice inédit.

Les feuilles de route remontées par ces sites les plus émetteurs correspondent, en cumulé, à une réduction de 45 % de gaz à effet de serre en 2030. Cette décarbonation passera par de l'efficacité énergétique, par une modification des procédés industriels ou leur électrification, mais aussi par de l'innovation.

Les technologies CCUS sont une partie de la solution. Elles doivent permettre de capter les émissions résiduelles incompressibles des industriels ; elles apportent un

levier là où les solutions de décarbonation n'existent pas ; elles permettent d'accélérer en captant les émissions de carbone le temps que l'industriel puisse mettre en œuvre des solutions plus pérennes. En bref, elles nous permettront de franchir la dernière marche pour atteindre nos objectifs climatiques.

C'est dans cet esprit que nous avons travaillé à ces premières orientations stratégiques pour soutenir le développement massif de ces technologies CCUS, clefs pour répondre à l'urgence climatique et aux objectifs français de réindustrialisation.

Le potentiel est là : 4 à 8 MtCO₂ captés par an à horizon 2030, entre 15 et 20 à horizon 2050. Ce n'est pas négligeable quand on compare ces chiffres à ceux des objectifs d'émissions du secteur industriel !

Comme l'ensemble de la programmation énergie-climat que je porterai à l'automne prochain, cette stratégie CCUS devra se décliner avec les industriels et avec les élus locaux dans nos territoires. C'est seulement en travaillant ensemble que nous concrétiserons sur le terrain nos solutions de décarbonation et notre transition écologique.

ÉDITO DE ROLAND LESCURE, MINISTRE DÉLÉGUÉ CHARGÉ DE L'INDUSTRIE



Le 8 novembre 2022, le Président de la République a fixé un objectif de division par deux des émissions industrielles françaises au cours de la prochaine décennie. Cet objectif constitue la déclinaison nationale de l'objectif climatique européen de réduction de 55% d'ici 2030. Il implique une accélération radicale : un effort similaire sur dix ans à celui accompli depuis 30 ans.

L'industrie française a déjà divisé par deux ses émissions de GES entre 1990 et 2020, ce qui en fait le premier secteur contributeur à l'atteinte des objectifs climatiques du pays sur cette période. Pour aller plus loin, le recours à des technologies de rupture est nécessaire. C'est ce que nous apprend l'exercice des feuilles de route réalisées par les 50 sites industriels et les 4 filières les plus émetteurs lancé par le Président de la République le 8 novembre 2022.

Parmi ces technologies de rupture, la capture, la réutilisation et le stockage de carbone (CCUS) est appelée à jouer un rôle clé, pour ramener à zéro les émissions qui ne peuvent être réduites autrement, là où aucune autre solution économiquement ou technologiquement accessible n'existe. Les feuilles de route des comités stratégiques de filière nous montrent concrètement que le CCUS est essentiel pour pérenniser des filières aussi diverses que le ciment, la chaux, l'acier ou la chimie, et y diviser par deux les émissions industrielles en dix ans.

Le recours à ces technologies nécessite le déploiement d'infrastructures de transport, de liquéfaction d'exportation ou de séquestration de CO₂. C'est pourquoi il nous faudra une stratégie nationale pour planifier et encadrer la mise en œuvre de ces solutions, sur tous nos grands bassins industriels. C'est ce à quoi nous avons travaillé avec Agnès Pannier-Runacher depuis novembre dernier.

Mais ces infrastructures, ces stockages, ce choix de capturer le carbone industriel, sont aussi des choix politiques structurants pour notre politique industrielle, notre politique climatique, nos territoires, qui doivent être construits en lien avec toutes les parties prenantes : entreprises, associations, citoyens, collectivités locales. C'est pourquoi Agnès Pannier-Runacher et moi-même nous mettons en consultation les grandes orientations sur lesquelles le gouvernement a travaillé depuis plus de six mois.

Ces orientations dessinent les conditions d'un usage raisonné mais ambitieux des technologies CCUS, d'un modèle d'infrastructure soutenu et régulé, et d'un déploiement fondé sur un partage des risques entre l'industrie et l'Etat. Je souhaite que les réponses à cette consultation publique nous permettent de préciser et d'ajuster cette vision autour d'une stratégie pleinement partagée.

SYNTHÈSE

Les technologies CCUS (Captage, stockage, utilisation du CO₂) permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre et s'inscrivent dans les solutions nécessaires pour respecter nos engagements dans le cadre de l'Accord de Paris sur le changement climatique.

La France se dote d'une stratégie ambitieuse en matière de CCUS, destinée à être intégrée à la planification écologique.

Les feuilles de route des 50 sites nous enseignent que le CCUS est une **technologie nécessaire pour diviser par deux les émissions industrielles en dix ans**. Après l'électrification des procédés industriels, c'est le second levier technologique de décarbonation en ordre d'importance. Le potentiel de CO₂ séquestré à horizon 2030 est estimé **entre 4 et 8,5 MtCO₂ par an**.

Au cœur de la stratégie française repose également le principe que **le CCUS n'est pas une technologie pour maintenir le « business as usual »** : elle ne doit intervenir que pour les émissions résiduelles incompressibles, en l'absence d'autres solutions de décarbonation économiquement accessibles ou comme une solution de transition.

Les premières orientations de la stratégie sont les suivantes :

- **Une trajectoire de déploiement CCUS**, en termes de calendrier de mise en œuvre et de volumes d'émissions de CO₂ captées, reposant sur une priorisation par grandes zones industrielles : d'abord les grands ports industriels de Dunkerque, Le Havre et Fos-sur-Mer, puis Lacq/Sud-Ouest et Loire-Estuaire, et enfin Grand Est ;
- **Le gouvernement lancera un régime de soutien via des Contrats pour Différence (CCfD)** octroyés par appel d'offres pour soutenir les projets de décarbonation de l'industrie, notamment au service des projets de capture et de séquestration du carbone identifiés via l'exercice des 50 sites. Le dispositif sera prénotifié à la Commission européenne à l'automne 2023 et un premier appel d'offres sera lancé au premier semestre 2024 : la suite du calendrier d'appels d'offres sera programmée de manière transparente pour assurer la visibilité nécessaire aux industriels et investisseurs ;
- **Un cadre pour les infrastructures de transport de CO₂** : celles-ci auront vocation à opérer dans un cadre régulé par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE). Un partage du risque semble nécessaire entre l'État, les exploitants d'infrastructures de transport du CO₂ et leurs utilisateurs industriels ; différents dispositifs doivent donc être mis en œuvre, notamment la possibilité pour l'État d'apporter une forme de garantie aux futurs gestionnaires d'infrastructures sur les risques de volume ;
- **Une diversification des possibilités de stockage de CO₂** : le développement de stockages de CO₂ en France sera clé pour assurer la souveraineté et la compétitivité de la capture de carbone sur l'industrie française : le gouvernement lancera avant fin 2023 un appel

d'offres pour des campagnes d'exploration géophysique et des tests d'injection de CO2 dans des sites pilotes, avec de premiers tests en 2024/2025. Ces capacités de stockage pourraient en particulier se situer dans d'anciennes zones d'exploitation d'hydrocarbures. Le gouvernement facilitera également l'appropriation de la filière CCUS par le lancement d'une campagne d'information et d'échanges pour faciliter l'acceptabilité locale.

En complément, le gouvernement continuera à nouer des partenariats avec ses voisins européens afin d'assurer des débouchés aux sites industriels ;

- **La possibilité de valorisation du CO2**, alternativement à son stockage, qui peut constituer un levier de décarbonation des secteurs de l'aviation et du maritime notamment.

Les acteurs sont invités à répondre aux questions suivantes d'ici le 29 septembre:

- Question 1 : La trajectoire de déploiement de CCUS présentée répond-elle aux besoins, en termes de répartition géographique et de calendrier ?
- Question 2 : Comment calibrer un mécanisme de CCfD pour répondre aux enjeux de décarbonation de l'industrie, et en particulier de déploiement de CCUS ?
- Question 3 : Comment soutenir le développement des infrastructures de transport du carbone capté avec un partage équilibré du risque entre l'Etat, les exploitants de l'infrastructure et les industriels ?
- Question 4 : A quelles conditions le déploiement de stockage de CO2 sur le territoire national vous semble-t-il pouvoir être envisagé ?
- Question 5 : Quelle place donner à la valorisation du CO2 selon vous ? Quels usages prioriser pour le CO2 ?

Les modalités de contribution sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/actualites/consultation-sur-la-strategie-nationale-ccus>

CONTEXTE

La CCUS : de quoi s'agit-il ?

Le CCUS (Carbon Capture, Utilisation and Storage) se réfère à un ensemble de technologies visant à capturer les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), généralement issu de sites industriels,

- pour l'injecter et le stocker dans des formations géologiques étanches, et donc éviter qu'il soit simplement relâché dans l'atmosphère où il contribuerait au réchauffement climatique ;
- ou pour l'utiliser comme ressource dans la fabrication de produits.

Ces technologies sont nécessaires pour la décarbonation des activités pour lesquelles il n'existe pas d'alternative bas carbone à moyen terme. C'est notamment le cas de nombreuses émissions industrielles directement liées au procédé employé (production de ciment, de chaux, chimie, métallurgie, etc.).

Les premières mises en œuvre de CCUS à l'échelle industrielle devraient être réalisées en France entre 2025 et 2030 pour être au rendez-vous de nos objectifs de réduction d'émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie.

Les premières orientations de la stratégie française, mises en consultation aujourd'hui, visent à soutenir le déploiement massif de ces technologies clefs pour répondre à l'urgence climatique et aux objectifs français de réindustrialisation et de décarbonation de l'industrie française tout en assurant la maîtrise des briques technologiques afférentes.

Les grandes étapes de la CCUS

- **La capture** du CO₂ sur un site industriel vise à extraire le CO₂ du processus industriel et à le concentrer. Plusieurs technologies de capture existent et leur choix dépend de la nature et de la concentration en CO₂ de la source. Les principales technologies regroupent le captage aux amines, l'oxycombustion ou encore le captage cryogénique.
- **Le transport** : une fois capté, le CO₂ est acheminé vers des lieux de stockage, situés en mer (stockage en mer) ou sur terre (stockage à terre), par canalisations, ou dans le cas de volumes plus ciblés des camions, trains, barges, etc. La logistique du CO₂ des sites émetteurs vers les lieux de stockage nécessite le déploiement d'infrastructures de transport intenses en capital (pipeline, terminal de liquéfaction...).
- **Le stockage** de CO₂ : l'injection de CO₂ sous forme dense dans des bassins sédimentaires ou dans un ancien gisement d'hydrocarbures déplété permet de stocker le CO₂ de manière sûre et permanente dans le sous-sol. Des stockages (en mer) se développent dans plusieurs États européens et pourraient accueillir du CO₂ capté par les industriels français à court terme, notamment en Mer du Nord et en Méditerranée. En France, des formations géologiques dont les caractéristiques pourraient être compatibles avec les exigences du stockage de CO₂ sont identifiées au niveau du bassin Aquitain (à terre et en mer), du bassin Parisien (à terre) et du bassin méditerranéen (en mer), mais des études complémentaires devront encore être réalisées pour s'assurer de la faisabilité effective du stockage dans les conditions fixées par l'État, et de la pertinence technico-économique d'un stockage en France.

- **La valorisation du CO₂ (ou « utilisation »)**, alternativement à son stockage, consiste à utiliser le CO₂ capté dans la fabrication de produits. Elle regroupe différents usages : e-carburants (carburants alternatifs produits à partir d'hydrogène et de CO₂), production de plastiques, ou encore la carbonatation du béton ...

PRIORISATION DES USAGES DE LA CCUS

Les stockages étant disponibles en quantité limitée et la technologie ne permettant pas de capter l'intégralité des émissions, la capture et séquestration ne peuvent pas se substituer à la réduction des émissions qui reste la priorité de la politique de décarbonation de l'industrie.

Le CCUS doit donc venir en complément des actions d'efficacité énergétique, levier le plus immédiat pour réduire les émissions, et d'un plan complet de décarbonation, commençant par la prévention à la source des émissions à travers l'évolution des procédés industriels.

Le gouvernement priorisera ainsi la capture de carbone sur les émissions résiduelles incompressibles, en l'absence d'autres solutions de décarbonation ou dans des situations transitoires. Ceci permettra d'éviter des situations de lock-in dans l'utilisation des énergies fossiles.

TRAJECTOIRES CCUS

Un levier pour décarboner l'industrie entre 2030 et 2050

La capture et le stockage du CO₂ constituent un levier important de réduction d'émissions industrielles, en particulier pour les émissions de procédés incompressibles qui ne peuvent être réduites par des actions d'efficacité énergétique, d'électrification, de recours à la biomasse, de recyclage ou d'autres changements de procédé.

Les 110 plus gros émetteurs industriels français sont majoritairement répartis (90 %) au niveau de 7 grands clusters industriels, dont 4 disposent d'une façade maritime (Fos-sur-Mer, Dunkerque, Le Havre, Saint-Nazaire) rendant possible l'export de CO₂ vers des sites de stockage en mer. Les zones situées dans le Bassin parisien, dans le Sud-Ouest, voire le Grand Est pourraient également bénéficier de stockages à terre voire, en cas de quantités suffisantes, d'un raccordement à un futur réseau de transport du CO₂.

Les volumes de CO₂ capté pourraient atteindre 4 à 8,5 MtCO₂/an à horizon 2030 et entre 15 et 20 MtCO₂/an en 2050 pour le secteur industriel. À cet horizon, des volumes additionnels de CO₂ captés seront également nécessaires au-delà des émissions du secteur industriel pour contribuer aux absorptions et à l'objectif de neutralité climatique.

Ces estimations du potentiel de capture sont notamment le fruit d'une concertation entre l'État et les industriels émetteurs, conduite au premier semestre 2023 dans le cadre de l'élaboration des feuilles de route de décarbonation des 50 sites industriels les plus émetteurs. Elles montrent qu'à court et moyen termes, le recours au CCS est massivement envisagé pour réduire les émissions des sites industriels, en particulier pour le secteur de la chimie, des engrais, du ciment et de l'acier. Ces estimations seront toutefois à affiner en fonction de la

confirmation des choix technologiques des industriels. La trajectoire de CO₂ capté à horizon 2050 sera en effet notamment dépendante de la disponibilité et du coût d'autres vecteurs de décarbonation profonde, comme l'hydrogène décarboné, tributaire d'une production conséquente d'électricité bas carbone.

Un déploiement rapide du CCS entre 2028 et 2034

Cette trajectoire prévoit le déploiement rapide des projets CCS en trois phases.

> **Phase 1 (2026-2030)** : déploiement d'infrastructures locales de CCS au niveau des clusters industriels de Dunkerque, du Havre et de Fos-sur-Mer.

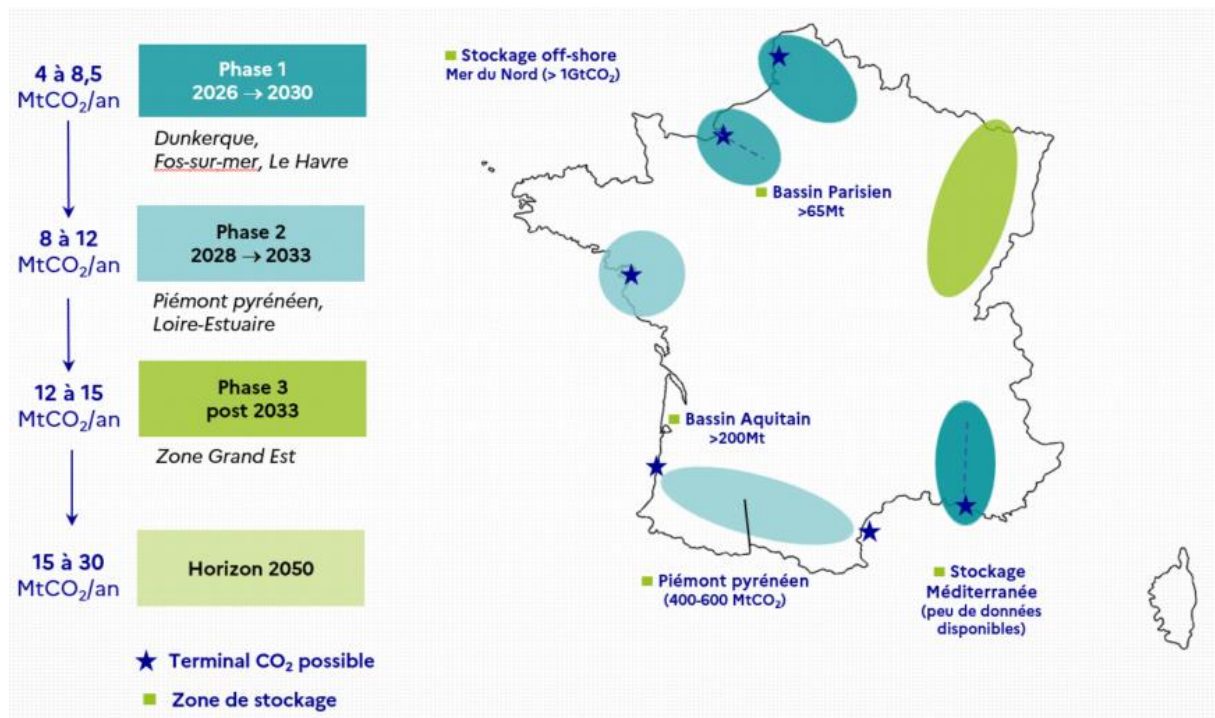
- Dunkerque : les industriels de la zone adhèrent au projet d'intérêt commun (labélisation européenne PCI) D'Artagnan prévoyant l'export de 3 à 4 MtCO₂/an à horizon 2030. Les premiers projets de captage de CO₂ devraient voir le jour en 2028.
- Le Havre et vallée de la Seine : la possibilité de transporter le CO₂ par bateau sur la Seine, et l'avancée du projet ECO2Normandy permettent également d'envisager un recours au CCS dès 2028 sur certains sites de l'axe Seine.
- Fos-sur-Mer et vallée du Rhône : la possibilité de stocker dès 2027 du CO₂ en Italie dans le cadre du projet Callisto rend crédible un déploiement important dans la zone de Fos-Marseille. Le déploiement du CCS dans la vallée du Rhône pourrait s'envisager via un transport par bateau et par pipeline si la réutilisation d'une canalisation existante ou le déploiement d'une canalisation nouvelle s'avérait possible.

> **Phase 2 (2028-2033)** : déploiement au niveau du Piémont pyrénéen, de l'estuaire de la Loire voire des bassins aquitain et parisien.

- Piémont pyrénéen : des études doivent être poursuivies, notamment dans le cadre du projet Pycasso déposé dans le cadre du label PCI, pour déterminer les capacités de stockage de la région, la plus prometteuse en termes de séquestration du CO₂.
- Estuaire de la Loire : les industriels de l'estuaire de la Loire envisagent un fort recours au CCS à partir de 2030, avec des volumes significatifs (1,5MtCO₂/an en 2033). Le projet GOCO2 de transport de carbone (entre 2 et 4 MtCO₂/an transportés) prévoit un volume supérieur à celui renseigné par les industriels dans le cadre des feuilles de route de décarbonation des sites.
- Bassins aquitain et parisien : ces deux bassins constituent un potentiel de stockage qui doit encore être affiné et pourrait mettre à disposition des capacités de stockage aux proches émetteurs.

> **Phase 3 (post 2033)** : déploiement du CCS au niveau du Grand Est, via le développement éventuel de stockage à terre, en mobilisant éventuellement des capacités nationales, ou un raccordement à un réseau de transport de CO₂ prolongeant l'axe Rhône à une échelle européenne.

L'atteinte de cette trajectoire nécessitera des investissements massifs dans les dispositifs de captage et les infrastructures de transport, estimés de l'ordre de 11 à 18 Md€ sur cette même période, pour lesquels la construction d'un cadre de régulation permettant au capital privé de se déployer dans ces infrastructures sera engagée à la suite de la présente consultation.



TRANSPORT

Le CCUS nécessitera le déploiement d'infrastructures de transport : la priorité à court terme sera de couvrir les bassins industriels régionaux et les hubs d'export du CO₂

Plusieurs modalités de transport du CO₂ existent pour relier l'émetteur vers un lieu de stockage ou terminal de liquéfaction (en vue de son export vers un site de stockage situé à l'étranger) : transport routier, fluvial, rail ou canalisation.

La logistique par canalisation constituera à terme la colonne vertébrale des réseaux de CCUS régionaux, dans les cas où des volumes de CO₂ importants doivent être transportés et sur des périodes d'amortissement suffisantes.

A court terme, la stratégie française privilégie ainsi :

- Le développement de pipelines dans les clusters industriels de Dunkerque, de l'axe Seine et de l'axe rhodanien (phase 1 ci-dessus). En outre, la faible disponibilité de sites de stockage de CO₂ à terre induira inévitablement un recours au transport du CO₂ par bateau, qui nécessite en particulier le développement de « Hubs CO₂ » au niveau de grands ports.
- Pour les sites isolés, pendant une période transitoire (ex. la phase de structuration des différents projets industriels), d'autres moyens pourront être privilégiés, en particulier le transport fluvial ou par rail, qui permettent un déploiement plus rapide et à moindre coût.

En complément, les besoins de CCUS devront être affinés dans les prochains mois pour planifier le réseau de transport par pipelines au-delà des bassins industriels et hubs d'export du CO₂ tout en évitant les actifs échoués.

Ces infrastructures ont vocation à constituer des actifs privés, de manière à optimiser la détermination de l'infrastructure la plus efficiente par le libre jeu de la concurrence.

Un partage du risque semble nécessaire entre l'État, les exploitants d'infrastructures de transport et ses utilisateurs

Les modalités de sélection des sites industriels et des opérateurs de transport doivent permettre de limiter les risques de déploiement désynchronisé des infrastructures de captage, de transport et de stockage.

Les risques résiduels pourraient être toutefois être en partie couverts par l'État afin d'assurer les acteurs contre les risques exogènes à leur action¹ dans le respect du droit européen des aides d'Etat. Différents dispositifs de partage du risque devront notamment être étudiés :

- Des contrats d'utilisation de type « *take or pay* » avec une prise en charge financière par les sites industriels, permettant de s'assurer d'une implication suffisante de la part des sites industriels émetteurs dans la réussite de leur projet CCUS ;
- En cas de retard dans le déploiement des infrastructures de transport, les sites industriels pourraient être compensés du carbone non stocké dont une partie, voire la totalité, pourrait être couverte par les pénalités appliquées aux opérateurs de transport, le restant pouvant être en partie couvert par l'État ;
- En cas de retard dans le déploiement des projets de capture, une garantie publique partielle des volumes envisagés pourrait être envisagée, si ce retard n'était dû qu'à des difficultés industrielles et non au résultat du processus compétitif de sélection des sites industriels soutenus par l'Etat.

L'encadrement des infrastructures de transport

La régulation des infrastructures de transport sera confiée à la Commission de Régulation de l'Energie qui devra proposer un cadre de régulation adapté.

A titre d'exemple, la tarification pourrait prendre la forme d'une Base d'Actifs Régulée à l'instar du réseau de transport d'électricité avec un tarif calculé par empilement des coûts d'exploitation et d'investissement. Le régulateur homologuerait le tarif d'utilisation du réseau proposé par les opérateurs afin de (i) couvrir tous les coûts de transport et (ii) d'assurer une juste rémunération des capitaux engagés.

Le cadre de régulation, défini dans le respect des engagements européens et internationaux, fixerait la période de régulation (par ex. annuelle ou tous les 5 ans) ainsi que la méthode de tarification des infrastructures de transport. Il serait également chargé d'encadrer les conditions d'accès ou de raccordement des nouveaux entrants aux réseaux, conformément au droit de l'Union Européenne qui prévoit un droit de libre accès au réseau de transport de CO2.

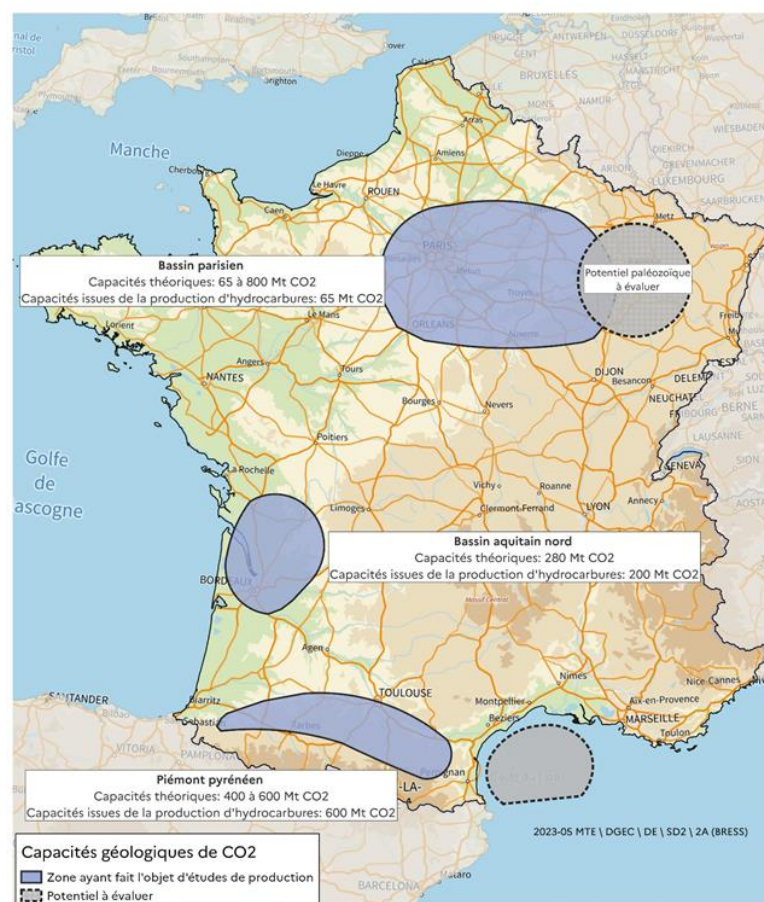
¹ Risques liés à la défaillance de tiers.

STOCKAGE

Le stockage géologique de CO₂ se fait principalement dans des champs d'hydrocarbures déplétés (c'est-à-dire d'où des hydrocarbures ont été extraits) ou des aquifères salins (couches géologiques profondes, poreuses, perméables et saturées en eau salée) à une profondeur minimale de 800 m afin de stocker le CO₂ sous une forme dense (la forme dense nécessitant moins de volume de stockage). Dans ces deux cas, le « stockage » consiste à avoir une structure géologique réservoir d'un certain volume, recouverte par une couche imperméable au passage du CO₂ et qui permet de piéger de façon sûre et permanente le CO₂. Des stockages souterrains de gaz (principalement du méthane) sont déjà exploités sur le sol national depuis des décennies.

Développer les capacités de stockage du CO₂ en France : un impératif

La France devra identifier plus précisément ses capacités de stockages pour plusieurs raisons : des enjeux de souveraineté, afin de disposer de nos propres capacités de stockage du CO₂, d'optimisation des coûts liés au transport du CO₂ ou encore de difficultés d'accès de certains émetteurs aux futurs hubs d'export. Cette diversification est un enjeu fort pour assurer aux industriels français les capacités de stockage dont ils ont besoin.



Carte du potentiel de stockage de CO₂ en France selon de précédentes études (très théoriques) et selon les données issues de la production pétrolière (conservatrices)

Source : ministère de la Transition énergétique

La connaissance du sous-sol français dans les bassins sédimentaires repose actuellement sur les projets de production ou de stockage d'hydrocarbures et plus récemment de géothermie. Les études conduites depuis 20 ans conduisent à de premières estimations de ressources qui devront être affinées :

- environ 65 Mt dans le Bassin parisien et environ 200 Mt pour le bassin aquitain nord ;
- environ 600 Mt dans le Piémont pyrénéen (sud du bassin d'Aquitaine) : ces estimations sont cohérentes avec les premiers résultats du projet Pycasso ;
- pour les autres bassins sédimentaires, comme le graben du Rhin (Alsace), le bassin du sud-est (à terre), le bassin méditerranéen (en mer) et celui du Nord – Pas-de-Calais, il n'existe pas encore d'études suffisamment détaillées sur les capacités de stockage.

Afin de développer rapidement des capacités de stockage de CO₂ en France, le Gouvernement lance les actions suivantes permettant d'améliorer la connaissance du sous-sol et de la diffuser pour faire émerger des projets.

1. Réaliser un état des lieux d'ici fin 2023 - début 2024 de l'évaluation des potentiels de stockage, à partir des études précédemment menées sur les principaux bassins sédimentaires.
2. Lancer avant fin 2023 un appel d'offres pour des campagnes sismiques et des tests d'injection de CO₂ dans des sites pilotes, avec de premiers tests en 2024-2025.
3. Faciliter l'appropriation de la filière CCS par le lancement d'une campagne d'information et d'échanges.

S'appuyer sur des partenariats avec des États européens en matière de stockage du CO₂

Les capacités de stockage en France ne seront pas développées avant plusieurs années. D'ici là, **la France continuera à nouer des partenariats avec ses voisins européens avec comme objectif la diversification des accès aux sites de stockage de CO₂ de ces pays pour les industriels français.**

En effet, la plupart des projets de captage français en cours de développement sont situés dans des régions industrielles françaises ayant un accès à des capacités de stockage déjà identifiées, notamment en mer en Mer du Nord (Northern Lights/Norvège, Aramis/Pays-Bas...) ou en Méditerranée (Callisto/Italie).

Ainsi, une lettre d'intention sur le CCS a été signée en décembre 2022 entre le ministère de la Transition énergétique et son homologue norvégien. Un accord bilatéral devrait être signé d'ici fin 2023. Une démarche similaire a été initiée avec le Danemark. Par ailleurs, la France a rejoint début 2023 la North Sea Basin Task Force, groupe de travail de pays bordant la mer du Nord relatif au déploiement du CCS dans cette région. Du côté de la Méditerranée, l'Italie, la Grèce et la France ont également signé début 2023 un plan régional stratégique, non engageant, visant à établir un cadre permettant le développement d'infrastructures transfrontalières de transport du CO₂.

DISPOSITIF DE SOUTIEN DE L'ÉTAT AU CCS : LES CONTRATS CARBONE POUR DIFFÉRENCE (CCFD)

Des coûts dimensionnants pour l'ensemble de la chaîne et fortement variables selon le secteur considéré

Le captage du CO₂ est réalisé au niveau du site industriel émetteur et doit généralement se comprendre comme une étape de « concentration » et de purification du CO₂, en vue de faciliter son transport puis son stockage ou utilisation.

Le volume de CO₂ pouvant être capté sur un site donné : la capture de carbone bénéficie d'économies d'échelle conséquentes et il faut donc généralement privilégier les gisements de CO₂ les plus importants.

La concentration en CO₂ de la source : les coûts de captage diminuent fortement avec la concentration en CO₂. Ils varient de 40 à 80 €/tCO₂ selon le secteur considéré, notamment en fonction des consommations électriques (0,2-0,5 MWh/tCO₂ captées).

En ajoutant les coûts de transport et stockage, les charges supportées par l'industriel émetteur seront de l'ordre de 100 à 150 €/tCO₂ pour un investissement initial de 100 à 400 M€ dans le dispositif de captage. Le prix actuel du carbone tel que déterminé dans le cadre du marché ETS n'est pas suffisamment élevé pour assurer une viabilité économique des projets industriels de CCUS. Les industriels ne pourront pas toujours répercuter ce surcoût dans le produit final, en particulier pour les produits soumis à une forte concurrence internationale (comme l'ammoniac). En conséquence, des soutiens publics pour accompagner les efforts de décarbonation seront nécessaires pour assurer une compétitivité industrielle.

Un soutien public au niveau de l'émetteur industriel

Dans le cadre de l'émergence du CCS, le soutien de l'État doit permettre une bonne répartition de la valeur sur l'ensemble de la chaîne de capture, de transport et de stockage du dioxyde de carbone.

À la suite de la consultation menée au premier semestre 2022², le Gouvernement lancera un régime de soutien via des contrats pour différence (CCFD) octroyés par appel d'offres pour soutenir les projets de décarbonation de l'industrie, notamment au service des projets de capture et de séquestration du carbone identifiés via l'exercice des 50 sites. Le dispositif sera prénotifié à la Commission européenne à l'automne 2023 et un premier appel d'offres sera lancé au premier semestre 2024 : la suite du calendrier d'appels d'offres sera programmée de manière transparente pour assurer la visibilité nécessaire aux industriels et investisseurs.

Le soutien public devra permettre à l'industriel d'installer les outils nécessaires au captage et de payer le coût associé au transport et au stockage pour permettre le déploiement de ces infrastructures. L'aide devra être suffisamment incitative pour déclencher les investissements nécessaires sur le long terme sans générer d'actifs échoués, et sans inciter outre mesure au CCS

² <https://www.gouvernement.fr/communique/12671-communique-du-premier-ministre-jean-castex-deploiement-d-actions-pour-accelerer-la-decarbonation-de>

au détriment d'autres solutions de décarbonation profonde. Elle sera dépendante notamment des prix de l'électricité et des trajectoires.

VALORISATION DU CO₂

À l'inverse de la séquestration géologique du CO₂ (dit stockage), dans la majorité des cas, le CO₂ est réémis dans l'atmosphère lors de son utilisation. La capture et valorisation du CO₂ (dit CCU) permet donc de réduire les émissions soit dans le secteur où le CO₂ est capturé, soit dans celui où le CO₂ est utilisé et réémis, en fonction de l'affectation choisie pour cette émission, mais conserve des émissions résiduelles. Par vulgarisation, on estime souvent que les émissions sont alors divisées par deux, bien qu'il faille en réalité déduire des émissions évitées, les émissions liées à la capture et à la transformation du CO₂. Dans le cadre du SEQUE (système d'échange de quotas d'émissions, ETS en anglais), le CO₂ capté en vue de sa valorisation est considéré comme émis sur le site industriel. L'industriel ne reçoit donc aucune exemption à l'obligation de restituer des quotas carbone dans le cas où il choisirait de valoriser le CO₂ capté. Le bénéfice de la réduction d'émissions est alors attribué au secteur utilisant le produit fabriqué à partir du CO₂ capté.

La carbonatation du béton (injection de CO₂ dans le béton) se distingue des autres modes de valorisation, car le CO₂ est stocké dans le béton sur des durées très importantes. À ce titre, sa comptabilité dans les inventaires de gaz à effets de serre et dans le SEQUE s'apparente à celle de la séquestration géologique.

La valorisation du CO₂ comme levier de décarbonation des secteurs de l'aviation et du maritime

Le développement de la capture et valorisation du CO₂ peut contribuer à la décarbonation du secteur des transports lourds, tels que l'aviation et le maritime, puisque le CO₂ capté peut être utilisé dans la production de e-carburants (carburants alternatifs produits à partir d'hydrogène électrolytique décarboné et de CO₂).

Au niveau européen, la directive sur les énergies renouvelables (RED) ainsi que les règlements FuelEU Maritime et ReFuelEU Aviation fixent des objectifs d'incorporation de carburants alternatifs durables dans le secteur du maritime et de l'aviation. La production de ces e-carburants nécessite néanmoins une quantité d'électricité très importante. À horizon 2050, la décarbonation du secteur de l'aviation pourrait nécessiter 90 TWh d'électricité et 7,4 MtCO₂.

Par ailleurs, le CO₂ étant réémis lors de l'utilisation des e-carburants, le CO₂ biogénique est le seul qui permet d'assurer à la fin une neutralité carbone. En l'état actuel de la réglementation européenne, les actes délégués de la directive RED, en cours de révision, ne devraient pas comptabiliser le recours au CO₂ d'origine fossile pour la production de e-carburants à partir de 2041.

Le Gouvernement privilégie donc le recours au CO₂ biogénique pour la production d'e-carburants. Un mécanisme assurant la traçabilité du CO₂ biogénique pourra être envisagé pour en faciliter l'emploi dans les stades amont du déploiement de la technologie CCS, notamment sur des sites isolés.

Ces travaux seront poursuivis dans le cadre de la stratégie hydrogène et de la programmation pluriannuelle de l'énergie.