



Strasbourg, le 6.2.2024
COM(2024) 62 final

**COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU
CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ
DES RÉGIONS**

Vers une gestion industrielle du carbone ambitieuse pour l'UE

1. Pourquoi l'UE a-t-elle besoin d'une stratégie de gestion industrielle du carbone?

L'Union européenne s'est engagée à parvenir à la neutralité climatique dans tous les secteurs de l'économie d'ici à 2050 pour limiter le réchauffement de la planète à 1,5 °C. L'UE met en œuvre un cadre d'action global visant à réduire les émissions d'au moins 55 % d'ici à 2030 et la Commission a jeté les fondements des ambitions climatiques de l'Europe pour la prochaine décennie¹.

Pour parvenir à réaliser ces objectifs et à nous sevrer de notre dépendance aux combustibles fossiles, il y a lieu de prendre des mesures décisives pour le climat dans tous les secteurs de l'économie. Une stratégie de l'UE en matière de gestion industrielle du carbone est, en soi, un complément essentiel aux mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), lesquelles sont nécessaires en premier lieu. En tant que leader mondial, l'UE a la possibilité de créer un avantage économique en matière de technologies de gestion industrielle du carbone porteuses de perspectives commerciales à l'échelle mondiale². La gestion industrielle du carbone peut contribuer à décarboner les procédés de production dans les secteurs industriels importants pour l'économie européenne, en complément d'autres efforts de décarbonation. La gestion industrielle du carbone constitue donc un élément solide et important pour une économie durable et compétitive en Europe.

D'ici à 2040, la quantité de combustibles fossiles consommés pour produire de l'énergie devrait diminuer d'environ 80 % par rapport aux niveaux de 2021³. Cet objectif sera atteint grâce au développement et à l'intégration rapides des sources d'énergie renouvelables, à la circularité et à l'utilisation efficace des ressources, à la symbiose industrielle, à l'efficacité énergétique, aux procédés de production de remplacement et à la substitution des matériaux, et la réutilisation du carbone contribuera à cette transition majeure. La réduction attendue découlera en outre de la dernière réforme du système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE), en vertu de laquelle les émissions industrielles devront diminuer à un rythme accéléré pour atteindre l'objectif de 2030 et qui a introduit le nouveau SEQE de l'UE, qui couvre les émissions de CO₂ provenant de l'utilisation de carburant dans le transport routier, le bâtiment et d'autres secteurs⁴. Les combustibles fossiles continueront toutefois d'être utilisés de manière limitée dans certains secteurs jusqu'en 2040, comme, par exemple, le pétrole dans les transports et le gaz à des fins industrielles et de chauffage (y compris comme matière première). La présente communication reconnaît que les technologies de gestion industrielle du carbone font partie de la solution qui permettra d'atteindre la neutralité climatique d'ici à 2050. Ces technologies sont nécessaires pour continuer à réduire et à gérer les émissions de carbone provenant des procédés industriels dans l'UE, notamment lorsqu'il existe peu d'options d'atténuation.

¹ Communication de la Commission intitulée «Garantir notre avenir – Objectif climatique de l'Europe à l'horizon 2040 et voie vers la neutralité climatique d'ici à 2050 pour une société durable, juste et prospère» [COM(2024) 63, ci-après la «communication sur les objectifs climatiques de l'UE à l'horizon 2040»].

² Voir le rapport de la Commission intitulé «Progrès réalisés en matière de compétitivité des énergies propres» [COM(2023) 652 final].

³ Analyse d'impact pour la communication sur les objectifs climatiques de l'UE à l'horizon 2040 [SWD(2024) 63].

⁴ Le nouveau SEQE de l'UE sera opérationnel à partir de 2027 [directive (UE) 2023/959].

Des mesures supplémentaires sont toutefois nécessaires pour continuer à réduire et gérer les émissions de carbone provenant des procédés industriels dans l'UE, notamment lorsqu'il existe peu d'autres options d'atténuation⁵. Au cours de cette décennie, l'accent sera principalement mis sur le captage du CO₂ dans les émissions de procédé ainsi que dans certaines émissions de CO₂ d'origine fossile et d'origine biogénique (voir la figure 1). Outre les puits de carbone naturels et le stockage du carbone dans les sols agricoles (ou stockage agricole du carbone)⁶, si l'on veut parvenir à la neutralité climatique dans tous les secteurs de l'économie d'ici à 2050, il faudra, dès avant 2040, trouver des solutions d'absorption industrielle du carbone biogénique et atmosphérique qui permettront de contrebalancer les émissions difficiles à réduire dans l'UE et de parvenir à des émissions négatives par la suite.

L'UE est relativement bien positionnée en matière de technologies de captage du CO₂ et en termes de recherche et d'innovation, plusieurs de ses entreprises proposant différentes technologies de captage à des conditions commerciales⁷. Les connaissances géologiques et le savoir-faire des entreprises dans les domaines du forage de puits et de la construction de gazoducs et de navires seront essentiels lors de l'élaboration de projets de gestion du carbone.

L'UE a déjà pris plusieurs mesures pour soutenir le captage de CO₂, mais elle devra considérablement intensifier ses efforts si elle veut tirer pleinement profit des avantages économiques qu'il représente conformément à l'ambition affichée dans la communication sur les objectifs climatiques de l'UE à l'horizon 2040⁸ et atteindre la neutralité climatique d'ici à 2050. Dans le règlement pour une industrie «zéro net», la Commission a proposé de faire en sorte qu'au moins 50 millions de tonnes de CO₂ par an puissent faire l'objet d'un stockage géologique d'ici à 2030.

Les résultats de la modélisation effectuée pour la communication sur les objectifs climatiques de l'UE à l'horizon 2040 indiquent qu'il faudrait capter environ 280 millions de tonnes d'ici à 2040 et environ 450 millions de tonnes d'ici à 2050⁹ (voir la figure 1). Ces résultats servent de cadre à la poursuite des discussions avec le secteur et d'autres parties prenantes sur les filières de ces technologies. D'ici à 2040, près de la moitié du CO₂ capté chaque année devrait provenir de sources biogéniques ou directement de l'atmosphère. Cela jouerait un rôle important pour absorber le carbone atmosphérique et fournir une source de carbone neutre pour le climat pour diverses applications industrielles ainsi que pour la production de carburants durables pour les émissions difficiles à réduire dans les transports, tels que l'aviation et le transport maritime, où le captage et le stockage du carbone (CSC) à bord des navires sont également une option à explorer.

⁵ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2022. *Changement climatique 2022: atténuation du changement climatique*; AIE, 2021. *Feuille de route «zéro net» — Une voie mondiale pour maintenir l'objectif de 1,5 °C à notre portée*; Conseil scientifique consultatif européen sur le changement climatique (ESABCC) 2023, avis scientifique pour la définition d'un objectif climatique à l'échelle de l'UE à l'horizon 2040 et d'un budget en matière de gaz à effet de serre pour la période 2030-2050 ([lien](#)).

⁶ Voir la communication intitulée «Des cycles du carbone durables» [COM(2021) 800 final].

⁷ Rapport 2023 de l'Observatoire des technologies énergétiques propres (CETO) du JRC sur le captage, l'utilisation et le stockage du carbone ([lien](#)).

⁸ COM(2024) 63.

⁹ SWD(2024) 63.

Ce sont des efforts de grande ampleur. Le stockage de 50 millions de tonnes d'ici à 2030 correspond aux émissions annuelles de CO₂ de la Suède en 2022¹⁰. Les parties prenantes du secteur ont indiqué qu'à l'horizon 2030, elles pourraient capter jusqu'à 80 millions de tonnes de CO₂ par an en Europe si les conditions d'investissement nécessaires sont en place¹¹.

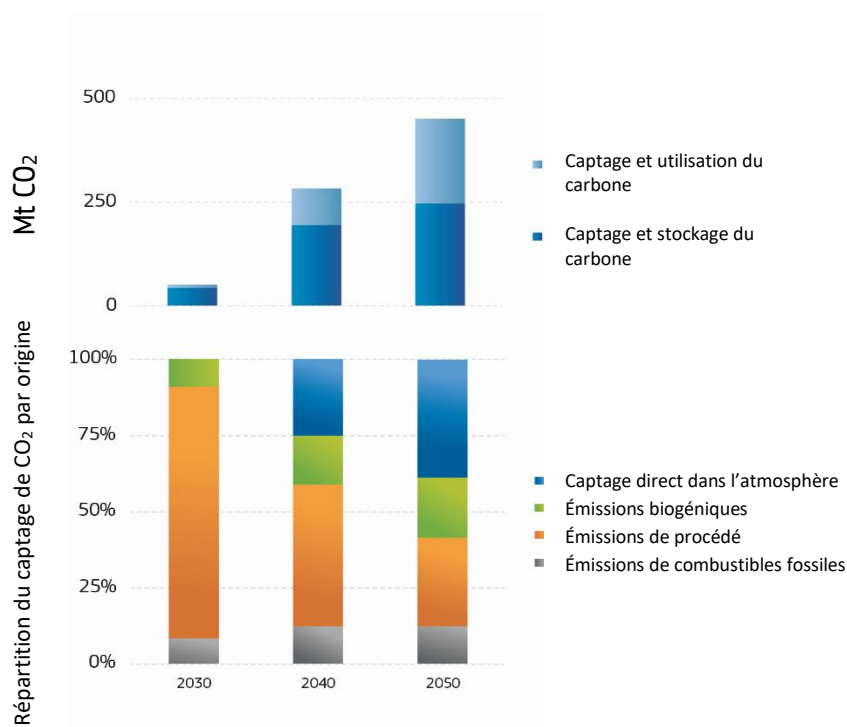
Le captage du carbone nécessitera également une consommation d'énergie supplémentaire importante pour alimenter ce procédé à forte intensité énergétique¹² et, dans le cas du carbone biogénique, l'approvisionnement durable en biomasse. En outre, alors que les projets industriels de CSC et de CUC (captage et utilisation du carbone) devraient se développer et être menés sur une base commerciale, un soutien financier à l'appui de solutions provisoires devra être fourni, en particulier lors de la première phase de la création du marché et de l'infrastructure européens.

¹⁰ Le total des émissions de gaz à effet de serre de la Suède s'élevait à 49,5 Mt en 2022, sur la base des données d'Eurostat 2023 ([lien](#)).

¹¹ Calcul de la coalition des parties prenantes (secteur, ONG) du forum sur le captage, l'utilisation et le stockage du carbone («Forum CSUC»); aucune décision finale d'investissement n'a été prise pour ces projets compte tenu, entre autres, de facteurs tels qu'un manque de services le long de la chaîne de valeur du CO₂ (transport, stockage) et un soutien financier insuffisant, voir le document du groupe de travail du forum intitulé «Une vision pour le captage, l'utilisation et le stockage du carbone dans l'UE», avril 2023 ([lien](#)).

¹² Les procédés de captage du carbone consomment généralement 1 à 3 MWh/tonne de CO₂. Données tirées de l'AIE (2022), Captage direct du carbone dans l'atmosphère; et AIE (2023), L'industrie pétrolière et gazière dans la transition vers le «zéro net».

Figure 1: Volume de CO₂ capté pour le stockage et l'utilisation dans l'UE (graphique du dessus) et répartition du captage de CO₂ par origine (graphique du dessous)¹³



L'ampleur de ce défi requiert l'adoption d'une stratégie de l'UE en matière de gestion industrielle du carbone, qui reposera sur trois filières:

- captage et stockage du CO₂ (CSC): les émissions de CO₂ d'origine fossile, biogénique ou atmosphérique sont captées et transportées en vue d'un stockage géologique permanent et sûr;
- absorption du CO₂ dans l'atmosphère: le stockage permanent concerne le CO₂ biogénique ou atmosphérique et entraînera l'absorption du carbone dans l'atmosphère.
- captage et utilisation du CO₂ (CUC): l'industrie utilise du CO₂ capté dans la fabrication de produits synthétiques, de produits chimiques ou de combustibles. En ce qui concerne les chaînes de valeur de l'utilisation, bien que tous les types de CO₂ étaient initialement utilisés, une importance stratégique sera progressivement accordée au captage de CO₂ biogénique ou atmosphérique, ce qui aura des effets bien plus bénéfiques sur le climat.

¹³ Les données de cette figure sont basées sur la modélisation de l'analyse d'impact réalisée pour la communication sur les objectifs climatiques de l'UE à l'horizon 2040 [SWD(2024) 63]. Les volumes de CO₂ captés, stockés et utilisés et la répartition du captage de CO₂ par origine dépendent du scénario; les valeurs représentant la moyenne des scénarios S2 et S3 sont reprises dans cette figure. La légère hausse de la part de CO₂ fossile capté d'ici à 2040 reflète un déploiement plus large du captage du CO₂ émis par les installations de production d'énergie dans un contexte où l'utilisation globale des combustibles fossiles dans les installations de production d'énergie aura considérablement diminué à l'horizon 2050.

L'infrastructure de transport de CO₂ est un facteur essentiel commun à l'ensemble de ces filières. Lorsque le CO₂ capté ne sera pas utilisé directement sur place, il faudra le transporter et soit l'utiliser dans des procédés industriels (par exemple, la fabrication de produits de construction, de combustibles de synthèse, de matières plastiques ou d'autres produits chimiques), soit le stocker de manière permanente dans des formations géologiques.

La présente stratégie a donc pour objectif de regrouper différents volets d'action pour créer un environnement propice au développement et à l'expansion d'approches de la gestion industrielle du carbone. Elle décrit la situation actuelle de la gestion industrielle du carbone, la trajectoire envisagée à l'horizon 2050, le cadre d'action pour la gestion industrielle du carbone et les conditions préalables nécessaires pour soutenir les approches de la gestion industrielle du carbone.

2. Situation actuelle de la gestion industrielle du carbone en Europe

L'UE a déjà pris plusieurs mesures pour soutenir le captage et le stockage et/ou l'utilisation du carbone, ainsi que les besoins en infrastructures qui y sont associés. Depuis 2009, le stockage géologique de CO₂ est réglementé par la directive relative au stockage géologique du dioxyde de carbone (directive CSC), qui fixe des règles en matière de délivrance des permis pour garantir la sécurité et l'intégrité environnementale du stockage de CO₂ et prévoit que l'accès à l'infrastructure doit être fourni d'une manière transparente et non discriminatoire¹⁴. Par ailleurs, les projets de transport de CO₂ bénéficient d'un soutien au titre du règlement RTE-E révisé¹⁵ et la liste actuelle des 14 projets d'intérêt commun (PIC) ou projet d'intérêt mutuel (PIM)¹⁶ vient augmenter la capacité prévue globale jusqu'à 103 millions de tonnes de CO₂ par an grâce à quatre sites de stockage terrestre et huit sites ou plus de stockage en mer.

Le système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE)¹⁷ a fixé un prix pour les émissions de CO₂ et, depuis 2013, il encourage le captage de CO₂ en vue d'un stockage permanent dans l'UE et dans l'Espace économique européen (EEE). La récente réforme du SEQE de l'UE a apporté plusieurs changements pour soutenir la gestion industrielle du carbone et elle a notamment élargi la portée du transport du CO₂ à des fins de stockage et introduit des incitations pour encourager le recours aux combustibles de synthèse dans le secteur de l'aviation. Par ailleurs, il n'est pas nécessaire de restituer les quotas pour les émissions réputées avoir été captées et utilisées de manière permanente¹⁸, ce qui offre aux émetteurs davantage de possibilités de capter le CO₂. Le Fonds pour l'innovation de l'UE, établi avec les recettes générées par le SEQE de l'UE, soutient déjà des projets de captage et de stockage du carbone pour un potentiel de l'ordre de 10 millions de tonnes de CO₂ par an, qui deviendront opérationnels dès 2027.

En 2021, la Commission a fixé des objectifs ambitieux pour 2030 visant à atteindre une part d'au moins 20 % de carbone provenant de sources durables dans le carbone utilisé comme matière

¹⁴ Voir l'article 21 «Accès au réseau de transport et aux sites de stockage» de la directive 2009/31/CE.

¹⁵ Règlement (UE) 2022/869.

¹⁶ Les projets d'intérêt commun (PIC) sont des grands projets d'infrastructures transfrontières qui connectent les systèmes énergétiques des pays de l'UE ([lien](#)).

¹⁷ Directive 2003/87/CE.

¹⁸ Cela inclut le CO₂ utilisé pour la production et l'utilisation de carburants renouvelables d'origine non biologique.

première dans l'industrie chimique de l'UE et à absorber et stocker de manière permanente au moins 5 millions de tonnes de CO₂¹⁹. Un cadre de certification au niveau de l'UE pour les absorptions de carbone²⁰, qui sera bientôt adopté par les colégislateurs, devrait garantir l'intégrité environnementale des absorptions certifiées de carbone.

En outre, la proposition de règlement pour une industrie «zéro net»²¹ reconnaît que les technologies de captage et de stockage de carbone sont des technologies stratégiques «zéro net» et soutient le déploiement de projets par des mesures réglementaires, y compris grâce à des procédures d'octroi de permis accélérées. La proposition fixe également à l'Union l'objectif d'assurer une capacité annuelle disponible de stockage de 50 millions de tonnes de CO₂ d'ici à 2030 et impose aux producteurs de pétrole et de gaz d'investir dans ces infrastructures initiales, tout en reconnaissant le savoir-faire spécifique du secteur dans ce domaine.

C'est sur cette base stratégique que 20 États membres ont déjà inclus des solutions de gestion industrielle du carbone dans leurs projets de plans nationaux en matière d'énergie et de climat («PNEC»)²². Dans leurs projets de plans, les États membres prévoient qu'un volume annuel allant jusqu'à 34,1 millions de tonnes de CO₂ sera capté d'ici à 2030, dont 5,1 millions de tonnes à partir de sources biogéniques²³. À titre de comparaison, la capacité d'injection globale est estimée par les États membres à 39,3 millions de tonnes par an en 2030²⁴. D'après les projets de PNEC présentés, le CO₂ serait principalement capté dans les émissions de procédé, et tout particulièrement dans les secteurs de la production de ciment et d'acier ou du traitement du gaz naturel. Les États membres accordent également la priorité au captage du carbone dans la production d'électricité, notamment à partir de la biomasse, et dans la production d'hydrogène bas carbone. D'autres applications de captage du carbone mentionnées dans les PNEC concernent le secteur du raffinage, l'incinération des déchets et la production de chaleur thermique.

Sept États membres ont également inclus ces technologies dans leurs plans pour la reprise et la résilience. Le Danemark et les Pays-Bas ont déjà mis en place des régimes de subvention nationaux en faveur du captage du carbone et ont accéléré les mesures de mise à disposition du stockage du CO₂. Ces deux pays sont, avec la Norvège et l'Islande, à l'avant-garde du stockage géologique du CO₂ à une échelle industrielle et constatent que les licences de stockage terrestre

¹⁹ COM(2021) 800.

²⁰ COM(2022) 672 final.

²¹ Proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil relatif à l'établissement d'un cadre de mesures en vue de renforcer l'écosystème européen de la fabrication de produits de technologie «zéro net» [règlement pour une industrie «zéro net», COM(2023) 161].

²² Les priorités diffèrent selon les États membres: Allemagne, Hongrie, Lituanie, Portugal (CSC & CUC); Chypre, Tchéquie, Danemark, Estonie, Grèce, Espagne, France, Croatie, Italie, Pays-Bas, Roumanie, Suède, Slovénie, Slovaquie (CSC); Finlande, Luxembourg (CUC).

²³ D'après les projets de plans nationaux en matière d'énergie et de climat («PNEC») présentés au plus tard le 30 juin 2023 [COM(2023) 796 final], la Belgique, la Tchéquie, le Danemark, la France, la Grèce, l'Italie, la Lituanie et les Pays-Bas prévoient de démarrer les projets de captage annuel de CO₂ dès 2025, et les États membres prévoient de capter un volume annuel total de 34,1 Mt CO₂ d'ici à 2030, dont 5,1 Mt CO₂ à partir de sources biogéniques.

²⁴ Dans leurs projets de PNEC, seuls le Danemark, l'Italie et les Pays-Bas ont présenté des estimations de leur capacité annuelle disponible d'injection de CO₂ d'ici à 2030, et d'autres États membres sont actuellement en train de réaliser ou de planifier des évaluations de leur capacité géologique potentielle.

et en mer présentent un intérêt commercial croissant. La France, l'Allemagne et l'Autriche sont en train d'élaborer des stratégies de gestion du carbone.

Une plateforme de dialogue entre les parties prenantes (le forum sur le captage, l'utilisation et le stockage du carbone, Forum CSUC)²⁵ a été créée en 2021 pour soutenir le captage et l'utilisation du carbone. Les groupes de travail du Forum CSUC se sont concentrés sur les questions clés liées au développement du marché de la gestion du carbone: les infrastructures (y compris un groupe d'experts sur les spécifications/normes en matière de CO₂), la perception par le public et les partenariats industriels²⁶. La Commission entend continuer à s'appuyer sur cette plateforme pour mener à bien ses futurs travaux sur la gestion industrielle du carbone.

Malgré les mesures de soutien à la gestion industrielle du carbone et les projets planifiés, les projets opérationnels à grande échelle sont peu nombreux en Europe. En outre, l'expérience acquise à ce jour a fait apparaître plusieurs écueils, et notamment:

- des difficultés à fournir un argumentaire économique viable, y compris en raison de l'importance du capital d'investissement initial requis, d'une incertitude quant aux futurs prix du CO₂ et de la nécessité d'accorder une plus grande attention à l'adéquation de l'offre et de la demande de produits bas carbone;
- l'absence d'un cadre réglementaire complet couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur, notamment pour les solutions d'absorption industrielle du carbone et pour certaines utilisations du CO₂;
- les premières entreprises participant à l'édification de chaînes de valeur du carbone sont également confrontées à des risques transversaux liés au CO₂, tels que la responsabilité en cas de fuite ou l'indisponibilité d'infrastructures de transport ou de stockage;
- une coordination et une planification insuffisantes, en particulier dans des contextes transfrontières;
- des incitations insuffisantes en faveur des investissements privés et publics pour étayer l'argumentaire économique de la gestion industrielle du carbone.

D'une manière générale, les pouvoirs publics de l'ensemble de l'UE doivent encore reconnaître que le captage et le stockage du carbone constituent un élément légitime et nécessaire de la solution en faveur de la décarbonation.

La présente stratégie aborde chacun de ces écueils, sur la base des mesures déjà prises et des arguments politiques et économiques pour une gestion industrielle du carbone plus ambitieuse en Europe.

3. Une vision pour l'approche européenne de la gestion industrielle du carbone

Une approche et une vision communes sont nécessaires pour mettre en place un marché unique pour les solutions de gestion industrielle du carbone, élément essentiel pour parvenir à la neutralité climatique à l'horizon 2050. Il s'agit notamment d'établir un cadre propice au commerce et aux investissements, renforcé par des politiques ambitieuses et bien coordonnées au

²⁵ [Lien.](#)

²⁶ [Lien.](#)

niveau national, ainsi que de réaliser une planification des infrastructures stratégiques au niveau de l'UE, soutenue par une coopération étroite entre l'UE et les administrations nationales, ainsi qu'avec les entreprises, la société civile et les communautés scientifiques.

Pour y parvenir, l'Europe devra déployer des chaînes de valeur du carbone à grande échelle en Europe pour soutenir les différentes étapes de la gestion industrielle du carbone.

L'objectif stratégique de l'UE pour 2030 est le déploiement d'une capacité de stockage de CO₂ d'au moins 50 millions de tonnes par an²⁷ ainsi que de modes de transport connexes constitués de gazoducs, de navires, de trains et de camions, en fonction de chaque argumentaire économique.

Les objectifs pour 2030 en ce qui concerne l'utilisation de l'hydrogène renouvelable dans l'industrie et les transports encourageront l'utilisation du CO₂ pour la production de méthanol et de carburants de synthèse. Les premiers nœuds d'infrastructure et pôles industriels pour le CO₂ devraient voir le jour en Europe et faciliter des projets de captage du CO₂ bénéficiant d'un soutien au titre de programmes de financement nationaux et de l'UE, qui dépendent pour beaucoup du transport transfrontière de CO₂. Le transport de CO₂ n'en est qu'au premier stade de son développement et se fera, pour la majeure partie, via d'autres moyens de transport à destination des côtes, puis par transport maritime vers les sites de stockage en mer. Parallèlement à ces nœuds d'infrastructure pour le CO₂, les premiers accords commerciaux d'enlèvement (accords offtake) pour le captage et le stockage de CO₂ sont en cours de signature, en particulier pour les installations industrielles où les coûts du captage de carbone sont relativement bas. Les investissements dans ces nœuds seront facilités par l'adoption de nouvelles règles d'interopérabilité des infrastructures de transport de CO₂ à l'échelle de l'UE, y compris des normes minimales de qualité du CO₂ pour en garantir la libre circulation dans tout l'EEE.

D'ici à 2040, la plupart des chaînes de valeur du carbone devraient devenir économiquement viables pour atteindre les objectifs de l'UE en matière de climat si l'on se base sur le fait que le CO₂ sera une marchandise négociable destinée à être stockée ou utilisée dans le marché unique de l'UE. Jusqu'à un tiers du CO₂ capté pourrait être utilisé. Ces chaînes de valeur nécessiteraient de développer des infrastructures de transport et de stockage à l'échelle de l'UE, les gazoducs étant le principal moyen de transport, ainsi que des possibilités de transport maritime. Les infrastructures permettent le transport transfrontière de CO₂ capté à des fins de stockage ou d'utilisation, sur la base d'un environnement réglementaire garantissant un accès non discriminatoire à des services compétitifs de transport et de stockage. Le captage des émissions de CO₂ difficiles à réduire dans les secteurs industriels deviendrait la norme, y compris pour toutes les autres sources pertinentes d'émissions provenant de procédés industriels. Pour atteindre l'objectif de réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre fixé pour 2040, les niveaux de captage de CO₂ biogénique ou atmosphérique devraient déjà être comparables aux niveaux de captage de CO₂ fossile d'ici à 2040, et éventuellement les dépasser (voir la figure 1).

Après 2040, la gestion industrielle du carbone devrait faire partie intégrante du système économique de l'UE et le carbone biogénique ou atmosphérique devrait devenir la principale source d'approvisionnement des procédés industriels utilisant le carbone, ainsi que des

²⁷ COM(2023) 161 final.

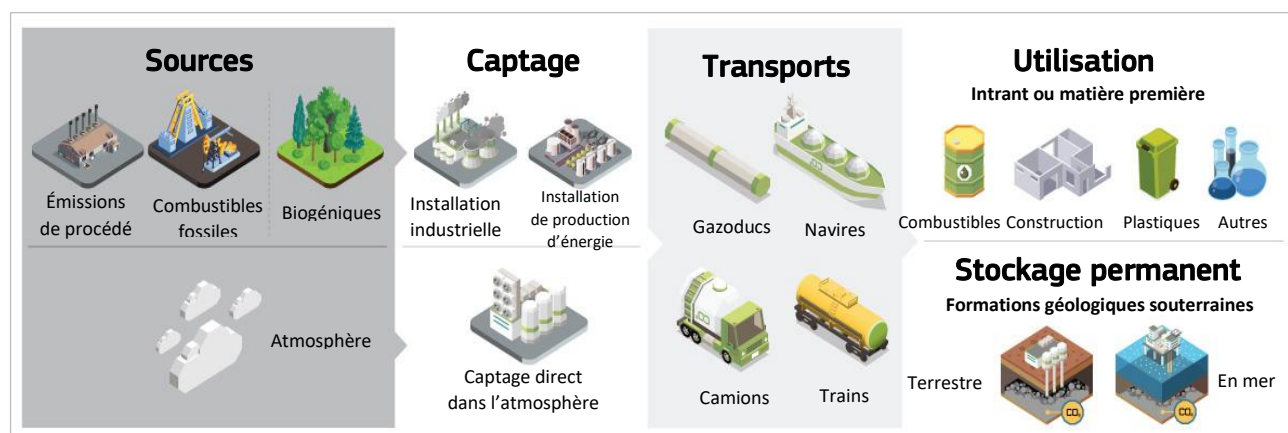
carburants de transport à base de carbone. Tout CO₂ fossile restant devrait être capté, et un argumentaire économique solide en faveur des émissions négatives devrait être établi.

Pour concrétiser cette vision d'un marché efficace et concurrentiel du CO₂ capté, il est nécessaire de nouer un partenariat avec l'industrie et les États membres, et de disposer de ressources pour élaborer un cadre d'action cohérent qui offre une sécurité réglementaire et des incitations aux investissements dans le captage, le stockage, l'utilisation et l'absorption du carbone. Il s'agit là de technologies indispensables pour parvenir à la neutralité climatique et soutenir des investissements efficaces dans les infrastructures de transport et de stockage.

4. Un cadre d'action pour le déploiement de solutions de gestion industrielle du carbone

Le captage des émissions de CO₂ constitue le point de départ commun pour toutes les filières de gestion industrielle du carbone: le captage et le stockage du carbone (CSC), l'absorption du carbone, et le captage et l'utilisation du carbone (CUC). Outre le captage et l'utilisation du CO₂ au niveau local, il est par ailleurs nécessaire de créer des infrastructures de transport du CO₂ pour permettre l'établissement de différentes filières et créer un marché unique du CO₂ en Europe.

Figure 2: Description des chaînes de valeur du CO₂



4.1 Déploiement d'infrastructures de transport pour un marché unique du CO₂

Si le transport du CO₂ est d'ores et déjà une activité commerciale, les volumes acheminés par les différents modes de transport et réseaux locaux sont très faibles par rapport aux besoins qui procéderont, à l'avenir, de la gestion industrielle du carbone.

Les émetteurs captant leur CO₂, les entreprises utilisant le CO₂ et les exploitants de sites de stockage devraient pouvoir s'appuyer sur un réseau de transport du CO₂ librement accessible, transfrontière et fonctionnel, les réseaux de ce type n'étant pas encore réglementés au niveau de l'UE. Tous les modes de transport du CO₂ sont couverts par le SEQUE de l'UE mais, à l'intérieur de ce cadre, il convient d'établir des règles régissant la comptabilisation de leurs émissions ainsi que la responsabilité à l'égard de ces émissions.

Pour créer un marché répondant aux besoins de développement des filières CSC et CUC et des absorptions industrielles de carbone, d'importants investissements seront nécessaires. Selon une

étude de la Commission, le réseau de transport du CO₂, comprenant les canalisations et les voies maritimes, pourrait atteindre une longueur de 7 300 km et son déploiement pourrait coûter jusqu'à 12,2 milliards d'euros d'ici à 2030. À l'horizon 2040, le réseau pourrait s'étendre sur quelque 19 000 km, pour un coût total atteignant environ 16 milliards d'euros²⁸. Plusieurs défis se présentent pour mobiliser les investissements et déployer un réseau de transport aussi étendu.

Si, dans bien des cas, les canalisations constituent l'option la plus courante pour le transport du CO₂, les coûts d'investissement initiaux liés à leur construction sont élevés et assortis de longs délais de mise en œuvre. Avant 2030, le transport du CO₂ par bateau jouera un rôle important, mais cela requiert de disposer d'une flotte de navires spécialisés dans le transport de CO₂. L'incertitude sur les volumes de CO₂ futurs, la complexité de la coordination entre les chaînes de valeur et la longueur des procédures d'autorisation sont des obstacles importants auxquels sont confrontés les investisseurs désireux de s'engager dans des projets. En outre, les grandes infrastructures de transport transfrontières devront prendre en charge des flux de CO₂ provenant de sources diverses, dont le captage a été effectué à l'aide de technologies différentes et faisant appel à différents moyens de transport et sites de stockage, de sorte qu'il convient de garantir l'interopérabilité.

À terme, il faudra établir des normes de qualité minimales pour les flux de CO₂ afin d'éviter la fragmentation du marché²⁹. Les travaux de normalisation devraient porter sur des aspects tels que la composition, la pureté, la pression et la température. En outre, des lignes directrices communes sont nécessaires en ce qui concerne les «substances qui se sont accidentellement associées dès la source ou lors des opérations de captage ou d'injection» afin de déterminer leur acceptabilité dans les permis de stockage de CO₂³⁰. Cela favoriserait l'émergence d'un marché équitable en créant un équilibre entre l'efficacité économique et les risques, dès lors que les différences de pureté du CO₂ se ressentent dans les coûts, tout en évitant de faire peser des risques importants sur l'environnement.

Les installations de captage du carbone situées à l'écart des pôles industriels et des sites de stockage et les petits émetteurs dont les volumes de CO₂ ne sont pas suffisants pour intéresser les opérateurs de transport risquent d'être totalement exclus du marché, ce qui pourrait compromettre considérablement la décarbonation. Des solutions spécifiques s'imposent pour répondre aux besoins de ces sites et des régions vulnérables, accroître leur pouvoir de négociation avec les gestionnaires de réseau et garantir une transition juste ne laissant personne de côté.

Des infrastructures de transport sont nécessaires pour créer un marché unique du CO₂ en Europe. Le développement d'infrastructures de transport et de stockage de CO₂ non discriminatoires, librement accessibles, transparentes, multimodales et transfrontières nécessite une coordination

²⁸ Les estimations moyennes fournies ici, aux fins de la présente stratégie, reposent sur les données de modélisation à l'horizon 2040. Pour l'étude du JRC dans son ensemble, les estimations prennent également en compte la modélisation du paquet «Ajustement à l'objectif 55», et pourraient donc être différentes. Tumara, D., Uihlein, A. et Hidalgo González, I. «Shaping the future CO₂ transport network for Europe», Commission européenne, Petten, 2024, JRC136709.

²⁹ «An interoperable CO₂ transport network – towards specifications for the transport of impure CO₂» ([lien](#)).

³⁰ Conformément à l'article 12, paragraphe 2, de la directive 2009/31/CE.

tout au long de la chaîne de valeur, une transparence des contrats et des prix et une délivrance des autorisations en temps utile.

Compte tenu de la taille potentielle de ce marché, telle qu'elle ressort des analyses réalisées³¹, il faudra établir un cadre d'action et de réglementation spécifique pour optimiser son développement et assurer son harmonisation dans toute l'Europe, conformément aux règles de concurrence de l'UE.

Afin d'optimiser les effets positifs des investissements dans l'infrastructure, le futur cadre devrait également prendre en compte les interactions avec les secteurs de l'électricité, du gaz et de l'hydrogène, et la nécessité de disposer de capacités de réserve futures; il conviendra notamment d'inventorier les possibilités de réaffecter et de réutiliser des infrastructures existantes au profit des flux de CO₂. L'objectif est d'assurer l'intégration du système et de promouvoir la flexibilité et la résilience du système énergétique de l'UE. Cette planification des réseaux dans l'ensemble de l'UE devrait se fonder sur une approche participative, à l'image de celle adoptée dans les secteurs de l'électricité et du gaz, dans laquelle les parties prenantes apportent leurs contributions dans le cadre de processus de consultation. Afin de soutenir les premiers projets d'infrastructures (transfrontières) de CO₂, la Commission envisagera, en étroite collaboration avec le secteur, de désigner des coordinateurs européens chargés de pallier, par exemple, les difficultés ou les retards particuliers et de guider l'élaboration d'un cadre réglementaire adapté à l'objectif poursuivi. Le forum CSUC y apportera sa contribution, tandis que le JRC soutiendra le processus par ses travaux sur le développement d'infrastructures paneuropéennes de transport du CO₂³².

La Commission prévoit:

- *d'entamer dès 2024 des travaux préparatoires en vue d'une proposition sur un éventuel futur paquet de mesures réglementaires relatif au transport du CO₂. Les aspects pris en considération comprendront la structure du marché et des coûts, l'intégration et la planification transfrontières, l'harmonisation technique et les incitations à l'investissement dans de nouvelles infrastructures, l'accès des tiers, les autorités réglementaires compétentes, la réglementation des tarifs et les modèles de propriété;*
- *de s'employer dès 2024 à proposer un mécanisme de planification des infrastructures de transport de CO₂ à l'échelle de l'UE, en coopération avec les États membres et la plateforme des parties prenantes du forum CSUC. Dans le cadre de l'étude des besoins prioritaires en matière d'infrastructures pour les gaz renouvelables, les travaux relatifs à la planification des infrastructures détermineront également dans quelle mesure il est possible de réutiliser ou de réaffecter des infrastructures existantes pour le transport et le stockage du CO₂ et, dans l'affirmative, quelles modifications réglementaires seraient nécessaires;*
- *d'envisager dès 2024, en étroite collaboration avec le secteur, la désignation de*

³¹ «ENTEC study - EU regulation for the development of the market for CO₂ transport and storage» ([lien](#)).

³² Tumara, D., Uihlein, A. et Hidalgo González, I. «Shaping the future CO₂ transport network for Europe», European Commission, Petten, 2024, JRC136709.

coordinateurs européens chargés d'accompagner le développement rapide des premiers projets d'infrastructures (transfrontières);

- *d'élaborer des règles de comptabilisation des émissions dans le cadre du SEQUE de l'UE, afin que tous les moyens de transport de CO₂ puissent être utilisés et que les responsabilités en cas de fuite de carbone soient assumées;*
- *de collaborer avec les organismes européens de normalisation afin d'établir des normes minimales pour les flux de CO₂ à utiliser dans un code de réseau, applicables à toutes les solutions de gestion industrielle du carbone, ainsi que de mettre à l'étude, en coopération avec les États membres, des lignes directrices sur les «substances qui se sont accidentellement associées» afin de garantir l'intégrité des infrastructures et des réservoirs;*
- *de promouvoir, par l'intermédiaire de l'Organisation maritime internationale, l'élaboration des lignes directrices qui seraient nécessaires pour assurer la sécurité du transport de CO₂ par voie maritime.*

4.2 Captage et stockage des émissions de CO₂ en lieu et place de leur rejet dans l'atmosphère

Le captage et le stockage du carbone comprennent des applications consistant à assurer captage et le stockage permanent du CO₂. Selon l'analyse d'impact qui sous-tend la communication sur les objectifs climatiques de l'UE à l'horizon 2040, le déploiement à grande échelle de la filière CSC s'impose en complément d'autres mesures d'atténuation afin de lutter contre les émissions difficiles à réduire, en particulier les émissions de procédé des industries, et de parvenir à la neutralité climatique d'ici à 2050.

Comme dans la plupart des autres filières de gestion industrielle du carbone, il s'agit au départ de capter les émissions de CO₂ industrielles difficiles à réduire au lieu de les rejeter dans l'atmosphère. Le prix du carbone dans le SEQUE constitue une incitation à capter le CO₂ provenant des combustibles fossiles et des émissions de procédé des industries. Cette incitation devrait augmenter à la suite de la dernière réforme, à mesure que le plafond d'émissions du SEQUE diminue, ce qui laisse augurer une tension sur les prix du carbone dans l'UE.

Aujourd'hui, dans toute l'UE, les entreprises industrielles étudient les options stratégiques qui leur permettraient de transformer leurs processus de production en opérations à émissions nettes nulles afin de réduire les coûts et de mettre sur le marché des produits finis bas carbone ou zéro carbone. Les secteurs industriels dont les émissions de procédé sont difficiles à réduire (par exemple, les cimenteries) intensifient la mise au point de plans d'investissement visant à capter

le CO₂, que ce soit pour le réutiliser en vue de produire des combustibles/des produits chimiques (CUC) ou pour le stocker de manière permanente (CSC)³³.

Les décisions d'investissement dépendent de l'évolution des marchés de produits finis bas carbone ou zéro carbone et de l'existence d'une chaîne de valeur du CO₂ complète offrant des services de captage, de transport, d'utilisation ou de stockage à des prix compétitifs.

La Commission travaillera à la création, d'ici à 2026, d'une plateforme d'agrégation pour le CO₂ destinée à aider les entreprises captant leur CO₂ à acquérir des services de la chaîne de valeur du CO₂. L'objectif est de faciliter la mise en relation de la demande et de la disponibilité de capacités stockage dans le temps et l'espace, tout en contribuant à la sécurité de l'offre de capacités de stockage en termes de volume et d'accessibilité financière³⁴. Cette plateforme pourrait également garantir la transparence des contrats et des adjudications et fournir des informations sur la planification des infrastructures aux prestataires de services de transport et de stockage. Cet aspect est particulièrement important pour les entreprises pratiquant le captage qui ont moins de pouvoir de négociation.

Le captage et le stockage du carbone supposent non seulement le captage du CO₂ mais également son stockage permanent. Le développement des sites de stockage pour atteindre l'objectif fixé à l'horizon 2030 en matière de capacité d'injection nécessitera un dialogue avec les autorités chargées de l'octroi des autorisations et réclamera leur soutien. Les procédures de demande de permis de stockage ne sont en cours que dans quatre États membres³⁵, mais huit États membres prévoient de capter un volume annuel total de 15,2 millions de tonnes de CO₂ dès 2025, ce qui souligne la nécessité urgente d'ouvrir des capacités de stockage de CO₂ opérationnelles avant 2030³⁶.

Cela souligne l'importance d'un dialogue précoce entre les demandeurs de permis et les autorités compétentes au cours de la phase préparatoire des projets stratégiques de stockage de CO₂ «zéro net» et montre bien la nécessité de nouvelles incitations économiques pour recenser les capacités de stockage et en construire davantage. Il importera également que tous les États membres achèvent leur analyse des besoins de captage et des solutions de stockage dans la version finale

³³ Cela comprend les entreprises ayant demandé une intervention du Fonds pour l'innovation qui prévoient au total le captage de plus de 20 millions de tonnes de CO₂ d'ici à 2030.

³⁴ Par comparaison avec AggregateEU pour le GNL et le gaz, qui s'appuie sur les infrastructures existantes du marché du gaz (par exemple, les points d'échange virtuels ou les terminaux de GNL), la plateforme pour le CO₂ sera confrontée à des délais plus longs, car le déploiement de nouvelles installations de captage et infrastructures de CO₂ demande du temps, en plus d'exiger la sécurité contractuelle.

³⁵ Il ressort du dernier rapport en date sur la mise en œuvre de la directive CSC [COM(2023) 657 final] que, depuis avril 2023, deux tiers des États membres autorisent le stockage du CO₂ sur leur territoire et que la moitié d'entre eux ont entamé des discussions sur la coopération transfrontière afin d'assurer l'acheminement des flux de CO₂ vers les sites de stockage prévus dans l'EEE.

³⁶ D'après les projets de plans nationaux en matière d'énergie et de climat [COM(2023) 796 final], la Belgique, la Tchéquie, le Danemark, la France, la Grèce, l'Italie, la Lituanie et les Pays-Bas prévoient de démarrer les projets de captage annuel de CO₂ dès 2025, les États membres prévoyant de capter un volume annuel total de 34,1 Mt CO₂ d'ici à 2030, dont 5,1 Mt CO₂ à partir de sources biogéniques.

des plans nationaux en matière d'énergie et de climat, conformément aux recommandations de la Commission³⁷.

Les arguments économiques plaidant pour le développement d'infrastructures critiques de stockage de CO₂ excèdent l'objectif immédiat de réduction des émissions au cours des prochaines décennies, car elles pourraient contribuer aux émissions négatives à l'échelle de l'économie au-delà de 2050. Dans un premier temps, les États membres devraient reconnaître et soutenir les sites de stockage et les infrastructures de captage et de transport connexes en tant que projets stratégiques «zéro net» dans le cadre du règlement pour une industrie «zéro net» afin de garantir un accès suffisant à la capacité d'injection pour les émissions de CO₂ difficiles à réduire. Cela encouragerait la création de groupements de chaînes de valeur pour la gestion industrielle du carbone, qui mettraient en commun les volumes de captage initiaux de manière à réduire les risques liés aux investissements dans les sites de stockage.

Pour diminuer les coûts initiaux à supporter par les investisseurs du secteur du stockage, les États membres peuvent envisager d'agréger la garantie financière exigée des exploitants de capacités de stockage de CO₂ sous la forme de cotisations fixées en fonction du volume de CO₂ stocké, en tenant compte du faible degré de risque que présente le stockage du CO₂ en comparaison, par exemple, des activités de production d'hydrocarbures³⁸.

Des feuilles de route détaillées pour la réduction des émissions de CO₂ devraient être élaborées conjointement et mises en œuvre au niveau sectoriel, en tenant compte de la complexité des processus industriels. La plateforme de partage des connaissances pour les projets industriels de CSUC est la plateforme appropriée pour l'élaboration des feuilles de route sectorielles si elles impliquent le recours à la gestion industrielle du carbone.

Sur la base de la modélisation de l'analyse d'impact réalisée pour la communication sur les objectifs climatiques de l'UE à l'horizon 2040, il faudrait porter la capacité d'injection annuelle de CO₂ offerte par le stockage géologique à 250 millions de tonnes de CO₂ par an au moins en 2040 dans l'Espace économique européen³⁹. Pour y parvenir, l'UE doit déterminer et développer sa capacité potentielle de stockage de CO₂ et veiller à ce que les capacités des infrastructures de transport et de stockage du CO₂ s'adaptent aux besoins croissants du captage et du stockage industriels après 2030.

Par conséquent, la Commission lancera des travaux en vue de créer un atlas des investissements dans les sites potentiels de stockage de CO₂ à l'échelle de l'UE. Après un état des lieux des besoins en données et des ressources humaines et financières déjà disponibles, la Commission

³⁷ Pour de plus amples informations, voir la section «2.5 Intégration du stockage géologique à long terme du CO₂» de la communication de la Commission relative aux orientations à l'intention des États membres pour la mise à jour des plans nationaux en matière d'énergie et de climat pour la période 2021-2030 (2022/C 495/02).

³⁸ Conformément à l'article 19 de la directive 2009/31/CE, les États membres peuvent définir les modalités applicables.

³⁹ Les résultats de la modélisation figurant dans l'analyse d'impact pour la communication de l'UE sur les objectifs climatiques à l'horizon 2040 [SWD(2024) 63] montrent que l'UE doit capter 200 millions de tonnes de CO₂ par an à des fins de stockage d'ici à 2040, étant entendu qu'il est nécessaire de prévoir une capacité annuelle d'injection de CO₂ plus importante pour tenir compte des indisponibilités dues à l'entretien courant. Cette capacité d'injection annuelle requiert une capacité de stockage géologique agrégée de plusieurs gigatonnes of CO₂ dans l'EEE.

établira un inventaire numérique du stockage souterrain de CO₂, en s'appuyant sur les travaux réalisés dans le cadre d'études géologiques européennes⁴⁰. Chaque site de stockage potentiel sera étiqueté en fonction de son «niveau de préparation au stockage» et couplé à des données publiques afin d'accélérer les travaux de recensement et d'évaluation des capacités de stockage⁴¹.

Les services géologiques de l'EEE devraient disposer des ressources et des capacités nécessaires pour agréger toutes les connaissances existantes sur le sous-sol. Celles-ci devraient comprendre, dans la mesure où elles sont disponibles, des informations techniques telles que des échantillons de puits, le comportement géophysique, les données sismiques des sites de production d'hydrocarbures et des sites de stockage de CO₂ initiaux. Les investisseurs devraient pouvoir utiliser cet atlas pour recenser les éventuelles possibilités de stockage dans le cadre des chaînes de valeur du CO₂.

De plus, les procédures d'octroi des permis de stockage de CO₂ doivent être bien définies, rendues transparentes et comparables dans l'ensemble de l'UE. La Commission aidera les États membres à déployer les projets reconnus en tant que projets stratégiques «zéro net» pour la gestion industrielle du carbone, notamment pour parer aux risques de responsabilité spécifiquement liés au CO₂ auxquels sont exposés les exploitants dans l'ensemble de la chaîne de valeur.

Sur la base des sites stratégiques qui offriront les 50 millions de tonnes initiales de capacité de stockage annuelle d'ici à 2030, la Commission élaborera des lignes directrices pour l'octroi des permis de stockage de CO₂, en veillant à assurer l'équilibre entre la flexibilité propre à chaque site et la prévisibilité des investissements afin de faciliter et d'accélérer le déploiement du stockage de CO₂.

La Commission prévoit:

- *de mettre en place, avec les États membres, au plus tard au début de 2026, une plateforme pour l'évaluation de la demande et l'agrégation de la demande de services de transport ou de stockage du CO₂, dans le but de mettre en relation les fournisseurs de CO₂ avec les prestataires de services de stockage et de transport et d'assurer la transparence des contrats et des adjudications;*
- *de viser la création et la mise à disposition au plus tard au début de l'année 2026, en coopération avec les services géologiques de l'EEE, d'un atlas des investissements dans les sites potentiels de stockage de CO₂ sur la base d'un format commun pour le niveau de préparation au stockage;*
- *d'utiliser la plateforme de partage des connaissances pour les projets industriels de*

⁴⁰ Par exemple, l'Atlas européen de stockage du CO₂ élaboré en 2013 par le projet «CO₂ Storage Potential in Europe» (projet CO₂StoP) et hébergé par le JRC ([lien](#)) constitue un bon point de départ mais recèle également des lacunes en matière de données qu'il importe de combler.

⁴¹ Qui pourraient être mises à disposition par l'intermédiaire du laboratoire de géographie de l'énergie et de l'industrie de la Commission, EIGL ([lien](#)).

CSUC afin d'élaborer conjointement avec l'industrie des feuilles de route sectorielles pour la gestion industrielle du carbone;

- *d'élaborer d'ici à 2025, avec les États membres, des orientations étape par étape pour les procédures d'autorisation de projets de stockage de CO₂ stratégiques «zéro net», notamment en ce qui concerne :*
 - *le transfert de responsabilité des opérateurs aux autorités compétentes et les exigences correspondantes en matière de garantie financière et de mécanismes financiers;*
 - *la transparence sur les exigences en matière d'autorisation et les approches fondées sur le risque afin de faciliter les décisions d'investissement finales des opérateurs de stockage.*

Les États membres devraient:

- *inclure dans leurs plans nationaux en matière d'énergie et de climat mis à jour leur évaluation des besoins en matière de captage et des capacités/options de stockage et définir des actions visant à soutenir le déploiement d'une chaîne de valeur du CSC;*
- *veiller à disposer, au plus tard en 2025, de procédures transparentes pour permettre aux demandeurs de permis de stockage de communiquer avec les autorités compétentes au cours de la phase préparatoire;*
- *soutenir, à partir de 2024, le développement et le déploiement de projets stratégiques «zéro net» coopératifs dans le cadre du règlement pour une industrie «zéro net» afin de créer des chaînes de valeur complètes pour le captage, le transport et le stockage du carbone, y compris à l'échelle transfrontière;*
- *permettre, au plus tard en 2025, à leurs services géologiques de fournir leurs données existantes et de générer de nouvelles données afin de contribuer à l'établissement d'un atlas des investissements dans les sites potentiels de stockage de CO₂ à l'échelle de l'EEE.*

4.3 Absorption du CO₂ atmosphérique

Les chaînes de valeur des absorptions industrielles de carbone sont essentielles pour atteindre l'objectif de neutralité carbone inscrit dans la loi européenne sur le climat⁴². Pour parvenir à des émissions nettes nulles de gaz à effet de serre à l'échelle de l'économie d'ici à 2050, l'UE pourrait avoir besoin des absorptions de carbone pour contrebalancer les quelque 400 millions de tonnes équivalent CO₂ d'émissions résiduelles dans les secteurs difficiles à décarboner, tels que l'agriculture, l'aviation et certaines industries⁴³. Les solutions d'absorption de carbone fondées sur la nature joueront un rôle essentiel à cet égard, mais elles ne suffiront pas. Les absorptions industrielles de carbone seront également nécessaires pour atteindre cet objectif.

Les absorptions industrielles de carbone fondées sur des technologies CSC captent le CO₂ directement dans l'atmosphère (DACCS) ou captent le CO₂ biogénique au niveau des centrales électriques ou des procédés industriels (BioCCS) et le stockent de manière permanente, par opposition aux solutions d'absorption non permanentes comme le reboisement, la séquestration du carbone dans les sols ou les matériaux de constructions biosourcés. Toutefois, les absorptions de carbone industrielles sont confrontées à des coûts élevés et présentent des besoins énergétiques importants (DACCS) ou des besoins importants en ressources naturelles (BioCSC) qui peuvent susciter des inquiétudes sur le plan de la durabilité s'ils ne sont pas correctement pris en charge. Le déploiement des absorptions de carbone aussi bien permanentes que non permanentes nécessite des incitations qui tiennent compte de leurs caractéristiques spécifiques.

À l'heure actuelle, les absorptions industrielles de carbone ne sont pas couvertes par la directive sur le SEQUE de l'UE, ni par les règlements sur la répartition de l'effort⁴⁴ ou sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie (UTCATF)⁴⁵. Étant donné que le SEQUE de l'UE ne reconnaît pas les émissions négatives, le captage et le stockage du CO₂ biogénique et atmosphérique ne sont pas encouragés par les prix du marché réglementé du carbone de l'UE, et la seule incitation au niveau de l'UE provient actuellement du Fonds pour l'innovation. Dans ce contexte, les décisions d'investissement pour ce type d'activités reposent principalement sur les subventions publiques ou sur les marchés volontaires du carbone. Le cadre volontaire à l'échelle de l'UE pour la certification des absorptions de carbone, qui prend en compte les émissions sur l'ensemble du cycle de vie des activités d'absorption de carbone, contribuera à mobiliser des financements tout en garantissant l'intégrité environnementale des absorptions de carbone, mais il importe que la Commission évalue la meilleure manière d'instaurer des mesures d'incitation en faveur des absorptions industrielles de carbone dans la législation existante de l'Union ou au moyen de nouveaux instruments.

Étant donné que les absorptions de carbone joueront un rôle déterminant pour atteindre l'objectif fixé à l'horizon 2040 et la neutralité climatique à l'horizon 2050, la fixation d'objectifs spécifiques en matière d'absorptions de carbone pourrait être envisagée, si nécessaire, conformément à l'objectif global de réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre de l'UE à l'horizon 2040.

⁴² Règlement (UE) 2021/1119.

⁴³ Analyse d'impact pour la communication sur les objectifs climatiques de l'UE à l'horizon 2040 [SWD(2024) 63].

⁴⁴ Règlement (UE) 2023/857.

⁴⁵ Règlement (UE) 2018/841.

Les colégislateurs ont déjà chargé la Commission de déterminer, d'ici à 2026, si le CO₂ atmosphérique absorbé et stocké de manière sûre et permanente pourrait être comptabilisé et couvert par l'échange de quotas d'émission et, le cas échéant, de quelle manière⁴⁶, ceci sans compenser les réductions d'émissions et tout en garantissant l'intégrité environnementale, en particulier en ce qui concerne l'utilisation de biomasse issue de sources durables pour la bioénergie avec captage et stockage du carbone.

Cela pourrait se faire soit en intégrant les absorptions industrielles de carbone dans le SEQUE de l'UE (un marché unique dans lequel il est autorisé de procéder à des absorptions industrielles pour se conformer aux obligations de restitution, avec ou sans restrictions), soit en créant un mécanisme de conformité distinct pour ces absorptions, connecté directement ou indirectement au SEQUE de l'UE. Il en résulterait des incitations fondées sur les prix en faveur des absorptions industrielles de carbone.

Dans un premier temps, l'un des principaux défis serait de surmonter la différence significative qui existe actuellement entre le prix du carbone en vigueur et le coût de l'absorption du CO₂ au moyen de solutions industrielles. Bien que le coût pour certaines installations de bioénergie avec captage et stockage du carbone puisse ne pas être beaucoup plus élevé que celui du captage et du stockage permanent des combustibles fossiles et des émissions de CO₂ liées au procédé⁴⁷, pour d'autres types d'absorptions, tels que le captage et le stockage directs du carbone atmosphérique, les coûts futurs estimés vont de 122 à 539 euros par tonne de CO₂⁴⁸, ce qui est bien supérieur au prix actuel dans le cadre du SEQUE. L'intégration dans le seul système de tarification du SEQUE de l'UE pourrait donc constituer une incitation insuffisante aux absorptions industrielles. À un stade précoce du déploiement, un soutien supplémentaire sera nécessaire pour accélérer l'apprentissage technologique et réduire encore les coûts. Dans ce contexte, il importerait également d'examiner le rôle des États membres dans le déploiement des absorptions industrielles de carbone.

Dans le même temps, il sera essentiel d'accélérer la recherche, le développement et la démonstration afin de faire progresser les nouvelles technologies d'absorption de carbone et de réduire leurs coûts. Étant donné que les différentes technologies d'absorption sont à différents stades de maturité, des programmes sur mesure seront nécessaires pour guider le développement. La Commission utilisera ses instruments existants pour soutenir les technologies d'absorption industrielle de carbone. Plus précisément, le programme Horizon Europe se concentrera sur l'intensification de la recherche visant à améliorer l'efficacité et la faisabilité des technologies d'absorption, notamment les technologies de captage direct dans l'atmosphère, ainsi que leur commercialisation et leur déploiement sur le marché, avec le soutien du Conseil européen de l'innovation. Le Fonds pour l'innovation continuera de soutenir les technologies propres afin de contribuer à accroître les absorptions de carbone.

⁴⁶ Voir article 30 de la directive 2003/87/CE.

⁴⁷ Ainsi, selon les estimations actuelles, le coût futur de la bioénergie avec captage et stockage du carbone (stockage compris) se situera autour de 52-134 EUR/tCO₂ (valeurs initiales en USD. 1 USD = 0,92 EUR). In Bednar, Johannes & Höglund, Robert & Möllersten, Kenneth & Obersteiner, Michael & Tamme, Eve. (2023). The role of carbon dioxide removal in contributing to the long-term goal of the Paris Agreement.

⁴⁸ Ibidem.

La Commission prévoit:

- *d'évaluer les objectifs généraux concernant les besoins en matière d'absorption de carbone conformément à l'ambition climatique de l'UE à l'horizon 2040 et à l'objectif de neutralité climatique à l'horizon 2050, en vue de parvenir par la suite à des émissions négatives;*
- *d'élaborer des mesures stratégiques et des mécanismes de soutien pour les absorptions industrielles de carbone, incluant la question de savoir s'il y a lieu de les prendre en compte dans le SEQE de l'UE, et comment le faire;*
- *en parallèle, dans le cadre d'Horizon Europe et du Fonds pour l'innovation, de soutenir les activités de recherche, d'innovation et de démonstration précoce de technologies industrielles novatrices d'absorption du CO₂ menées par l'UE.*

4.4 Utilisation du CO₂ capté comme ressource pour remplacer les combustibles fossiles dans la production industrielle

Le captage du CO₂ et son recyclage pour produire des carburants de synthèse avancés, des produits chimiques, des polymères ou des minéraux constituent un autre aspect important et innovant d'une chaîne de valeur de la gestion industrielle du carbone. Ils contribuent également au modèle de l'économie circulaire, qui gagnera en importance dans le contexte du cadre d'action pour le climat jusqu'en 2040. La production de produits chimiques et de matériaux dépend encore fortement de matières premières d'origine fossile, qui seront progressivement remplacées par d'autres matières premières, telles que la biomasse durable, les déchets recyclés et le CO₂ capté⁴⁹. Ainsi, en remplaçant les matières premières d'origine fossile, la technologie de captage et d'utilisation du CO₂ peut contribuer à la réduction des émissions, à la sécurité énergétique et à l'autonomie de l'UE.

En outre, la technologie CUC favorise la symbiose industrielle et une meilleure intégration des procédés au sein des pôles industriels. À cette fin, il conviendrait de décentraliser la mise en place des infrastructures liées au captage et à l'utilisation du carbone, pour relier les sources d'émissions industrielles aux sites de production tout au long des chaînes de valeur au niveau local, sans avoir nécessairement besoin de grandes infrastructures de transport de CO₂. La mise en œuvre des technologies CUC nécessite également un accès à l'hydrogène. Par conséquent, les synergies entre les applications CUC et les réseaux d'hydrogène peuvent jouer un rôle clé pour stimuler la décarbonation. Toutefois, les avantages de ces technologies d'utilisation du CO₂ ne sont pas encore pleinement reconnus, pas plus que leur capacité à fournir une nouvelle source de carbone pour remplacer le carbone fossile dans des secteurs spécifiques de l'économie de l'UE qui dépendent du carbone. L'évaluation de l'intégralité des avantages pour le climat de chaque application CUC en tant que substitut à un produit d'origine fossile devra tenir compte de la consommation d'énergie pour alimenter ce procédé à forte intensité énergétique.

⁴⁹ Parcours de transition pour l'industrie chimique ([lien](#))

Certaines utilisations du CO₂ capté dans les produits sont soutenues par des règles législatives⁵⁰. Ces règles encouragent le déploiement de combustibles issus de la filière CUC pour remplacer les combustibles fossiles dans des secteurs clés, en mettant en place des mesures de sauvegarde pour faire en sorte d'obtenir les réductions minimales requises des émissions de gaz à effet de serre.

La directive sur le SEQUE prévoit un maximum de 20 millions de quotas de 2024 à 2030 à allouer à titre gratuit aux exploitants d'aéronefs afin de couvrir la différence de coût restante pour le déploiement de carburants renouvelables d'origine non biologique et de carburants alternatifs durables⁵¹. Les règles ReFuelEU aviation⁵² exigent aussi que les carburants renouvelables d'origine non biologique couvrent également, à partir de 2030, les carburants de synthèse produits à partir d'énergies renouvelables grâce à la filière CUC. De même, le règlement FuelEU Maritime⁵³ met en place un régime spécial d'encouragement pour soutenir l'adoption des carburants renouvelables d'origine non biologique⁵⁴. L'utilisation de ces carburants issus de la filière CUC sera également reconnue dans le cadre du SEQUE de l'UE afin d'éviter un double comptage des émissions de carbone intrinsèques.

La révision de 2023 de la directive sur le SEQUE de l'UE reconnaît également le caractère permanent du stockage du carbone dans certains types de produits. La Commission prépare actuellement un acte délégué précisant les conditions dans lesquelles le stockage permanent peut être reconnu, afin de mettre les technologies CUC et CSC à caractère permanent sur un pied d'égalité dans le cadre du SEQUE. Conformément au SEQUE de l'UE, le cadre de certification des absorptions de carbone de l'UE offrira la possibilité de certifier les absorptions de carbone résultant d'activités industrielles qui stockent du carbone atmosphérique ou biogénique dans des produits de manière à éviter la réémission de carbone dans l'atmosphère.

Toutefois, des mesures supplémentaires sont nécessaires pour faire admettre qu'il est potentiellement plus avantageux pour le climat d'utiliser du carbone durable provenant du CO₂ capté plutôt que du carbone fossile pour d'autres applications. Dans l'industrie chimique, le CO₂ capté pourrait être utilisé comme matière première pour remplacer les matières premières d'origine fossile, par exemple dans la fabrication de polymères, de plastiques, de solvants, de peintures, de détergents, de cosmétiques et de produits pharmaceutiques. La demande annuelle de carbone pour le seul secteur chimique en Europe, qui est actuellement estimée à environ 125 millions de tonnes, soit environ 450 millions de tonnes équivalent CO₂, est satisfaite à plus de 90 % au moyen de carbone fossile⁵⁵.

Il est essentiel de promouvoir des cycles du carbone durables, de réduire considérablement la dépendance de l'industrie chimique à l'égard des matières premières fossiles et d'utiliser des

⁵⁰ Directive (UE) 2018/2001 et règlement délégué (UE) 2023/1185 de la Commission.

⁵¹ Article 3 *quater*, paragraphe 6, de la directive 2003/87/CE.

⁵² Règlement (UE) 2023/2405.

⁵³ Règlement (UE) 2023/1805.

⁵⁴ Le règlement FuelEU Maritime prévoit également une clause de réexamen pour l'inclusion éventuelle du captage et du stockage temporaire du carbone à bord des navires.

⁵⁵ Kähler, F., Porc, O. et Carus, M. 2023. RCI Carbon Flows Report: Compilation of supply and demand of fossil and renewable carbon on a global and European level. Éditeur: Renewable Carbon Initiative, mai 2023. ([lien](#)).

sources de carbone durables dans les secteurs qui en ont le plus besoin et où elles peuvent être le plus bénéfiques pour le climat. Cela peut se faire en soutenant des modèles circulaires, en tirant parti d'une bioéconomie circulaire et durable dans l'UE et en soutenant l'utilisation du CO₂ capté comme nouvelle ressource, tout en tenant compte des besoins énergétiques et des défis en matière de coûts qui y sont liés.

Pour que les technologies CUC puissent jouer un rôle important dans l'économie de l'UE, il faut recenser et affronter les défis structurels et les obstacles réglementaires à leur déploiement. Il est nécessaire de mettre en place un cadre pour la filière CUC qui permette de suivre la source, le transport et l'utilisation de plusieurs centaines de millions de tonnes de CO₂. Un tel cadre devrait garantir l'intégrité environnementale, y compris les responsabilités en matière de fuite de CO₂, et créer une incitation par les prix qui reflète fidèlement les avantages pour le climat d'une solution tout au long de la chaîne de valeur de la gestion industrielle du carbone.

Pour fournir une incitation efficace et efficiente, le cadre doit s'appuyer sur un système de comptabilisation solide et transparent qui donne à chaque opérateur de la chaîne de valeur une incitation claire et directe à agir qui ne dépende pas des actions d'autres opérateurs en amont ou en aval.

Le réexamen du SEQUE de l'UE en 2026 portera sur plusieurs questions, notamment celle de savoir si le système de comptabilisation du SEQUE de l'UE garantit que toutes les émissions sont prises en compte et évite une double comptabilisation lorsque le CO₂ capté est utilisé dans des produits qui ne sont pas considérés comme «permanents» dans le cadre du SEQUE. Il déterminera s'il convient de comptabiliser le CO₂ potentiellement libéré par des produits et carburants issus d'un procédé CUC non permanent au point d'émission dans l'atmosphère («comptabilisation en aval») ou lorsque le CO₂ est initialement capté («comptabilisation en amont»).

Le réexamen du SEQUE de l'UE en 2026 portera également sur la faisabilité de l'inclusion des installations d'incinération des déchets municipaux dans le SEQUE de l'UE et sur la possibilité d'inclure d'autres processus de gestion des déchets, en particulier les décharges, en tenant compte de critères pertinents tels que l'intégrité environnementale et l'alignement sur les objectifs de l'économie circulaire et de la directive relative aux déchets⁵⁶. Il cherchera en particulier à déterminer si l'inclusion de ces secteurs dans le SEQUE de l'UE pourrait contribuer à reconnaître le procédé CUC non permanent comme une solution pour réduire les obligations de restitution au moyen d'une tarification des émissions en aval.

La communication sur des cycles du carbone durables⁵⁷ a également fixé l'objectif de 20 % de carbone provenant de sources non fossiles durables dans les produits chimiques et plastiques d'ici à 2030. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de prendre des mesures pour développer, avec l'industrie chimique, une trajectoire pour l'adoption de modes de production qui remplacent le carbone fossile par du carbone durable.

Pour y parvenir, il faudra soutenir les technologies innovantes qui captent le CO₂ présent dans l'atmosphère ou les flux de déchets industriels et transforment ce polluant en ressource

⁵⁶ Directive 2008/98/CE.

⁵⁷ COM(2021) 800 final.

précieuse. Le CO₂ capté peut ensuite être transformé en tous types de produits durables, y compris des combustibles, des produits chimiques ou des matières minérales.

Ce soutien devrait être disponible quel que soit le niveau de maturité des technologies. Il devrait s'appuyer sur le programme Horizon Europe pour la recherche exploratoire, le Conseil européen de l'innovation pour les applications CUC qui ont déjà atteint un certain niveau de maturité et le Fonds pour l'innovation pour les projets précommerciaux susceptibles d'être développés.

La Commission prévoit:

- *d'évaluer les possibilités d'attraction de la demande, en concertation avec les industries, pour accroître l'utilisation du carbone durable en tant que ressource dans les secteurs industriels, en tenant pleinement compte de l'initiative future de la Commission en faveur des biotechnologies et de la production de produits biologiques;*
- *d'utiliser la plateforme de partage des connaissances pour les projets industriels de CSUC pour élaborer conjointement avec les industries des feuilles de route spécifiques aux activités de CUC;*
- *d'élaborer un cadre cohérent pour rendre compte de toutes les activités de gestion industrielle du carbone qui reflètent fidèlement les avantages pour le climat tout au long de leurs chaînes de valeur, et pour encourager le déploiement d'applications CUC innovantes et durables, à caractère permanent et non permanent, tout en supprimant les obstacles.*

5. Créer un environnement propice à la gestion industrielle du carbone

Pour libérer tout le potentiel de la gestion industrielle du carbone, il convient de créer des conditions favorables au développement de chaque élément de la chaîne de valeur du carbone. Cela requiert non seulement une réglementation adaptée à l'objectif poursuivi, mais aussi des investissements et des financements, à la fois pour la recherche, l'innovation et les déploiements précoces. La sécurité pour les investisseurs et des arguments économiques viables nécessitent également une compréhension et une sensibilisation du public aux solutions de gestion industrielle du carbone. Enfin, étant donné que la dimension transfrontière est essentielle au développement de la gestion industrielle du carbone, la coopération internationale sera nécessaire pour maximiser le potentiel d'atténuation des émissions en Europe et au-delà.

5.1 Investissement et financement en faveur de la transition vers le carbone propre

Le règlement pour une industrie «zéro net» («NZIA») propose de fixer à 50 millions de tonnes l'objectif en matière de capacité annuelle de stockage de CO₂ d'ici à 2030, ce qui nécessite environ 3 milliards d'euros d'investissements dans des installations de stockage de carbone, en

fonction de la localisation et de la capacité des sites de stockage géologique⁵⁸. En outre, la Commission estime dans un rapport que les besoins d'investissement dans les infrastructures de transport (gazoducs et navires) pour atteindre l'objectif «NZIA» se situent dans une fourchette de 6,2 à 9,2 milliards d'euros d'ici à 2030⁵⁹. Enfin, les coûts de captage à partir de sources ponctuelles vont, selon les estimations, de 13 à 103 euros par tonne de CO₂ en fonction du secteur industriel, de la technologie de captage et de la concentration de CO₂. Qui plus est, d'après un rapport élaboré par les parties prenantes de l'industrie pour le forum CCUS, le déficit de financement cumulé s'élèverait à 10 milliards d'euros d'ici à 2030 pour les projets de CSC actuellement annoncés⁶⁰.

Au-delà de 2030, la Commission estime que les besoins d'investissement requis dans les infrastructures de transport de CO₂ augmenteraient dans une fourchette de 9,3 à 23,1 milliards d'euros en 2050 pour atteindre les objectifs fixés pour 2040 et 2050 dans la communication de l'UE sur les objectifs climatiques à l'horizon 2040.

Malgré des besoins d'investissement croissants, le rapport du forum CCUS prévoit qu'un marché commercialement viable commencera à se concrétiser après 2030, dans lequel les investisseurs pourront obtenir un rendement concurrentiel des capitaux investis sur la base du prix du carbone dans l'UE. Le signal de prix du carbone dans le SEQUE de l'UE sera essentiel pour assurer la viabilité commerciale des projets de CSC: il intégrera, d'une part, les coûts du captage, du transport et du stockage du CO₂ et, d'autre part, le prix d'émission de la même quantité de CO₂.

De plus, l'introduction de tarifs, de nouveaux instruments de financement, de garanties et d'instruments de risque serait nécessaire pour faciliter les investissements. In fine, ces besoins d'investissement sont calculés à partir d'une estimation du potentiel commercial théorique extrapolé de CO₂ capté dans l'UE compris entre 360 et 790 millions de tonnes de CO₂; la future chaîne de valeur du CO₂ dans l'UE pourrait ainsi atteindre une valeur économique totale allant de 45 à 100 milliards d'euros à partir de 2030 et contribuer à créer entre 75 000 et 170 000 emplois⁶¹.

Au cours de la période allant jusqu'en 2030, un soutien supplémentaire au niveau de l'UE et au niveau national est essentiel pour mettre au point et déployer des solutions de gestion industrielle du carbone, y compris des investissements visant à développer les compétences nécessaires. Les

⁵⁸ SWD(2023) 68 final, Investment needs assessment and funding availabilities to strengthen EU's Net-Zero technology manufacturing capacity (Évaluation des besoins d'investissement et financements disponibles pour renforcer les capacités de production de technologies «zéro net» de l'UE) (anglais uniquement).

⁵⁹ Tumara, D., Uihlein, A. et Hidalgo González, I. «Shaping the future CO₂ transport network for Europe», Commission européenne, Petten, 2024, JRC136709.

⁶⁰ Ces projets représentent jusqu'à 80 millions de tonnes de CO₂ capté. «Une vision pour le captage, l'utilisation et le stockage du carbone dans l'UE», document préparé par le groupe de travail du forum CCUS, avril 2023 ([lien](#)). L'analyse se base sur les financements européens et nationaux disponibles pour les projets de CSC et sur les besoins d'investissement fondés sur la valeur actuelle nette des coûts de captage, de transport et de stockage des projets dans la base de données européenne sur le captage et le stockage du carbone (CATF).

⁶¹ SWD(2023) 219 final, document de travail des services de la Commission concernant un règlement du Parlement européen et du Conseil relatif à l'établissement d'un cadre de mesures en vue de renforcer l'écosystème européen de la fabrication de produits de technologie «zéro net» (règlement pour une industrie «zéro net»), fondé sur le document «The potential of a European CCS market viewed from a Danish perspective», Kraka Advisory, mars 2023 (anglais uniquement).

projets pionniers en matière de gestion industrielle du carbone sont coûteux et les décisions d'investissement finales dépendent de nombreux facteurs, parmi lesquels la capacité à combiner fonds publics et fonds privés. En outre, une coordination est nécessaire entre ces projets et d'autres parties prenantes, en particulier les opérateurs du secteur de l'énergie et des transports, afin de jeter les bases des décisions d'investissement finales.

Aujourd'hui, le déploiement d'une sélection de projets innovants à grande échelle en matière de CO₂ peut bénéficier, dans une certaine mesure, de fonds au titre des mécanismes transitoires de financement par subventions, y compris le Fonds pour l'innovation du SEQE de l'UE. À ce jour, le Fonds pour l'innovation a alloué un soutien au titre de la directive sur le SEQE de l'UE à 26 projets de CSC et de CCU à grande et à petite échelle, dotés de plus de 3,3 milliards d'euros de subventions.

Le mécanisme pour l'interconnexion en Europe (MIE) dans le domaine de l'énergie est un autre mécanisme européen de soutien essentiel au développement de projets d'infrastructures transfrontières en matière d'énergie et de transport. À ce jour, 680 millions d'euros ont été accordés au titre du MIE à des projets d'intérêt commun liés au CO₂⁶². En principe, le Fonds InvestEU peut aussi soutenir le financement par le marché de projets de CSC et de CUC économiquement viables⁶³.

En outre, la facilité pour la reprise et la résilience est à la disposition des États membres pour soutenir les investissements dans le captage du carbone⁶⁴. En ce qui concerne les aides d'État en faveur de solutions de gestion industrielle du carbone, les lignes directrices concernant les aides d'État au climat, à la protection de l'environnement et à l'énergie⁶⁵ et le règlement général d'exemption par catégorie⁶⁶ prévoient des conditions dans lesquelles les aides d'État en faveur des investissements dans les filières CSC et CUC seraient autorisées. La technologie CSC est également incluse dans la taxinomie de l'UE sur la finance durable, un système de classification mis au point pour recenser et définir les activités économiques considérées comme durables sur le plan environnemental⁶⁷. La Banque européenne d'investissement a inclus le captage et le stockage du carbone dans son dispositif de financement de 45 milliards d'euros destiné à soutenir le plan industriel du pacte vert⁶⁸.

Afin de combler l'écart entre le prix du carbone et le coût des projets de gestion industrielle du carbone, les États membres peuvent envisager de proposer des mécanismes de «contrats d'écart

⁶² Règlement (UE) 2021/1153.

⁶³ En raison du risque plus élevé que présentent les projets de CSC et de CUC, les financements apportés par des établissements financiers avec le soutien du Fonds InvestEU pourraient compléter les subventions provenant d'autres sources nationales ou de l'UE ou être fournis sous la forme d'«opérations de mixage» combinant des ressources provenant d'InvestEU et d'autres programmes de l'Union.

⁶⁴ Par exemple, le Danemark et la Grèce ont inclus des projets de captage du carbone dans leurs plans pour la reprise et la résilience. Les règles en matière d'aides d'État s'appliquent dans le cadre de la facilité.

⁶⁵ Communication de la Commission (2022/C 80/01). Lignes directrices concernant les aides d'État au climat, à la protection de l'environnement et à l'énergie pour 2022.

⁶⁶ Règlement 2014/651/CE.

⁶⁷ Règlement 2020/852/CE.

⁶⁸ La BEI apporte un financement supplémentaire de 45 milliards d'EUR à l'appui du plan industriel du pacte vert ([lien](#)).

compensatoire appliqués au carbone», qui prévoient l'octroi de subventions pour couvrir la différence entre un prix de référence du carbone et un prix d'exercice convenu représentant les coûts réels du projet⁶⁹. Cette méthode de soutien fournit un flux de revenus prévisibles aux promoteurs de projets et constitue une bonne solution pour réduire les risques liés aux investissements.

Afin de permettre aux projets stratégiques «zéro net» de grande envergure de dépasser la phase initiale, le signal de prix du carbone dans le SEQUE-UE sera essentiel pour assurer la viabilité commerciale des projets de CSC, en ce sens qu'il devra refléter les coûts du captage, du transport et du stockage du CO₂ d'une part, et le prix de l'émission de la même quantité de CO₂, d'autre part.

Lorsqu'un soutien public est nécessaire, un mécanisme à l'échelle de l'UE dans le cadre du Fonds pour l'innovation pourrait être envisagé sous la forme d'un mécanisme de soutien conjoint d'«enchères en tant que service» (*auctions-as-a-service*), qui permettrait aux pays de l'EEE d'utiliser leurs propres fonds pour aider des projets menés sur leur territoire en s'appuyant sur un mécanisme d'enchères à l'échelle de l'UE. Celui-ci permettrait d'accélérer les projets au sein du marché unique et de repérer les projets les plus compétitifs et les plus vertueux en matière d'environnement, sans préjudice des règles en matière d'aides d'État, et à condition qu'un nombre suffisant de projets nationaux concurrents y participent. Un premier mécanisme de mise en concurrence a été lancé dans le cadre de l'enchère pilote du Fonds pour l'innovation pour la production d'hydrogène renouvelable dans l'UE⁷⁰. Pour participer aux mécanismes de soutien conjoints, les pays intéressés doivent suivre la procédure de notification des aides d'État⁷¹.

En outre, l'adoption de projets importants d'intérêt européen commun (PIIEC) dans les domaines des batteries et de l'hydrogène montre qu'une coopération étroite avec les États membres et les entreprises qui souhaitent entreprendre des projets ambitieux innovants ou ouverts donne de bons résultats pour des projets transfrontières intégrés complexes et importants de par leur contribution aux objectifs de l'UE.

En octobre 2023, la Commission a lancé le forum européen conjoint pour les projets importants d'intérêt européen commun (JEF-IPCEI), dont les travaux sont axés sur l'identification et la priorisation des technologies stratégiques pour l'économie de l'UE susceptibles d'être sélectionnées dans le futur en tant que PIIEC⁷². Les États membres ont donc la possibilité de recourir au JEF-PIIEC, qui réunit des experts des États membres et des services de la Commission, en tant que plateforme pour la désignation et la conception coordonnées et transparentes d'un possible PIIEC dans le domaine de la gestion industrielle du carbone.

⁶⁹Certains États membres ont mis en œuvre des mécanismes de «contrats d'écart compensatoire appliqués au carbone» afin d'apporter aux projets de décarbonation un soutien ciblé et adapté aux besoins, y compris pour la gestion du carbone, conformément aux règles applicables en matière d'aides d'État.

⁷⁰ Voir: *Competitive bidding: A new tool for funding innovative low-carbon technologies under the Innovation Fund* ([lien](#)).

⁷¹ Outre les mécanismes de soutien conjoints, les États membres gardent la possibilité de mettre en place des régimes d'aide indépendants, conformément aux règles en matière d'aides d'État.

⁷² [Lien](#).

La Commission prévoit:

- *de travailler avec les États membres, dans le cadre du JEF-IPCEI, à la conception transparente et coordonnée d'un possible projet important d'intérêt européen commun pour les infrastructures de transport et de stockage de CO₂. Afin de démarrer les travaux le plus rapidement possible, d'utiliser le Forum CSUC existant afin d'assurer une bonne coordination, de fixer le calendrier, de suivre les progrès et de maintenir le rythme du projet. d'envisager la création d'une plateforme spécifique à haut niveau dont les travaux se poursuivront après 2030;*
- *d'évaluer, d'ici à 2025, si certaines installations de captage du CO₂, telles que les installations de production de ciment ou de chaux, sont suffisamment matures et si une concurrence suffisante peut être escomptée pour passer d'un soutien sous forme de subvention fondé sur les projets à des mécanismes de financement fondés sur le marché, tels que des enchères en tant que service avec mise en concurrence dans le cadre du Fonds pour l'innovation;*
- *de travailler, dès 2024, avec la Banque européenne d'investissement, sur le financement de projets de CSC et de CUC;*
- *de soutenir les besoins en investissement dans la gestion industrielle du carbone jusqu'en 2040 et 2050, y compris par l'utilisation efficiente des fonds publics pour mobiliser des investissements privés.*

5.2 Sensibilisation du public

Étant donné que les projets d'infrastructures de gestion industrielle du carbone sont nécessaires pour permettre à l'Europe de réaliser l'objectif «zéro net» et qu'ils nécessiteront un financement public au moins au cours de la phase de déploiement initial, il est essentiel que les États membres stimulent et soutiennent un débat inclusif, scientifiquement fondé et transparent sur toutes les technologies industrielles de gestion du carbone. De plus, l'application de garanties sociales, environnementales et sanitaires sera essentielle pour soutenir une mise en œuvre responsable et l'adhésion du public. Les autorités publiques, les promoteurs de projets, les ONG et la société civile devraient être associées avant, pendant et après l'élaboration des politiques et la mise en œuvre des projets. Il est essentiel, d'une part, que toutes les parties prenantes participent de manière proactive afin d'éviter une circulation à sens unique de l'information et, d'autre part, d'envisager de rétribuer les populations locales accueillant des infrastructures de gestion du carbone.

Sur la base de leurs objectifs de décarbonation, les États membres devraient associer toutes les parties prenantes travaillant sur des stratégies industrielles nationales de gestion du carbone. Sans se limiter à stimuler un débat national sur la gestion industrielle du carbone dans le contexte des objectifs climatiques, ces discussions devraient également permettre d'expliquer la justification économique du soutien à la technologie et à son application, les opportunités correspondantes et les coûts, les sujets de préoccupation et les risques en matière de sécurité et d'environnement,

ainsi que les mesures réglementaires prises pour répondre à ces préoccupations. De telles discussions devraient également avoir lieu au niveau international.

La Commission s'appuiera sur le forum CSUC et plusieurs autres de ses forums, y compris la Semaine européenne de l'énergie durable, afin de stimuler le débat public et d'accroître la compréhension de la gestion industrielle du carbone par le public et son niveau de sensibilisation. Elle contribuera également au débat public aux niveaux national et local en partageant les données et l'expérience acquises dans le cadre des projets qu'elle soutient, y compris dans le cadre du Fonds pour l'innovation et des réseaux transeuropéens d'énergie.

La Commission suivra l'opinion publique sur le sujet de la gestion industrielle du carbone, y compris au moyen des enquêtes Eurobaromètre, et elle encouragera les États membres à mesurer le niveau de sensibilisation du public au niveau national. Les programmes de financement de la recherche portant sur la gestion industrielle du carbone incluront des volets relatifs à la perception par le public.

La Commission prévoit:

- *de travailler avec les États membres à la définition de conditions d'exploitation des projets de transport et de stockage du CO₂ permettant la rétribution des communautés locales hôtes;*
- *de travailler avec les États membres et l'industrie pour renforcer les connaissances, améliorer le niveau de sensibilisation et stimuler le débat public sur la gestion industrielle du carbone.*

5.3 Recherche et innovation

Les investissements dans la recherche et l'innovation permettent de réduire considérablement les coûts. Les parties prenantes mettent en avant le vaste potentiel de l'innovation pour améliorer l'efficacité et réduire les coûts, de même que pour renforcer l'intégration. Sur la période 2007-2023, la Commission a investi plus de 540 millions d'euros dans des solutions CUSC innovantes au titre de ses programmes-cadres pour la recherche et l'innovation successifs (7^e PC, Horizon 2020 et Horizon Europe). La Commission continuera à investir dans la recherche et l'innovation pour toutes les technologies de gestion industrielle du carbone, y compris les nouvelles solutions, afin d'accroître la disponibilité de ces technologies sur le marché et d'atteindre les objectifs à moyen et long terme.

La recherche prénormative fondée sur des données ouvertes a la capacité de contribuer aux travaux de normalisation. Par exemple, les connaissances sur le comportement physique et chimique du CO₂ contenant des impuretés restent à l'heure actuelle lacunaires. Des travaux de recherche et d'innovation sont nécessaires pour continuer d'améliorer les technologies de captage du carbone (la purification, par exemple) et accroître leur efficacité énergétique. C'est pourquoi la recherche fondamentale est nécessaire, de même que la formulation de concepts permettant de suivre ou de contrôler toutes les impuretés à prendre en compte. Dans ce type de situations, il

importe que les acteurs de la recherche aient accès à des données facilement accessibles et ouvertes pour leur permettre d'élaborer des éléments de base pour la normalisation et de contribuer à éviter la fixation de limitations trop strictes.

Étant donné qu'un nombre croissant de projets CUSC sont sur la bonne voie pour être opérationnels avant 2030, il s'avère particulièrement intéressant de rassembler ces projets d'envergure industrielle au sein d'une plateforme de partage des connaissances afin de faciliter la collecte et le partage d'informations et de bonnes pratiques sur et entre les projets CUSC menés dans l'UE. Le Fonds pour l'innovation a déjà démarré ces travaux pour les projets subventionnés. À l'heure actuelle, le partage des connaissances concerne en priorité celles acquises dans le cadre de la prise des décisions d'investissement finales, y compris la mise en correspondance des volumes de captage et de stockage, l'octroi des permis et la prise en compte des risques transversaux des chaînes de valeur.

Dans le futur, le partage des connaissances englobera les technologies de captage, les infrastructures de transport et de stockage, les caractéristiques des sites de stockage, les aspects réglementaires, les besoins en matière de normes, l'accès au financement et la gestion des parties prenantes. Il couvrira également les enseignements tirés sur la participation du public et le partage des bonnes pratiques appliquées dans le cadre des dialogues entre les promoteurs de projets et les autorités locales et nationales. La plateforme de partage des connaissances sera ouverte à tous les projets dont les promoteurs sont disposés à partager des informations et à coopérer, sans divulgation d'informations commercialement sensibles et dans le plein respect des règles du marché unique en matière de concurrence.

Les enseignements tirés des projets industriels devraient être intégrés dans les programmes nationaux et européens de recherche et d'innovation afin de combler les lacunes en matière de connaissances et d'accélérer le développement des nouvelles technologies.

La Commission prévoit:

- *de soutenir une nouvelle plateforme de collaboration et de partage des connaissances pour les projets industriels de CSUC;*
- *de continuer à investir dans la R&I pour les technologies industrielles de gestion du carbone, y compris l'optimisation de l'efficacité énergétique et de l'efficience économique des processus et la recherche prénormative en appui à la normalisation.*

5.4 Coopération transfrontière et internationale

Il sera également essentiel pour nos partenaires internationaux de déployer des systèmes efficaces de gestion industrielle du carbone à échelle modulable, qui seront indispensables pour la réalisation de leurs objectifs au titre de l'accord de Paris. Par exemple, les États-Unis utilisent la loi bipartisane sur les infrastructures (*Bipartisan Infrastructure Law*) pour soutenir le captage direct du carbone dans l'atmosphère et, dans le cadre de la loi sur la réduction de l'inflation, ils ont augmenté les crédits d'impôt pour le captage et le stockage permanent du carbone. Le

Royaume-Uni a exposé sa vision pour le captage, l'utilisation et le stockage du carbone en 2023 et souhaite développer un marché du captage de 20 à 30 millions de tonnes de CO₂ par an (Mtpa) d'ici 2030.⁷³ Les débouchés commerciaux qui s'offrent aux industries de l'UE s'entendent donc à l'échelle mondiale. La coopération avec d'autres pays à la pointe dans ce domaine en vue d'instaurer une tarification du carbone et de réduire les coûts au sein des chaînes de valeur ouvrira également la voie à l'accélération de la réduction des émissions de GES à l'échelle mondiale.

Il existe en parallèle des possibilités manifestes de coopérer à l'échelle transfrontière. Le premier accord commercial transfrontière prévoyant le captage de CO₂ produit dans l'UE et son transport en vue de son stockage en Norvège a déjà été signé⁷⁴. Pour les États membres de l'Espace économique européen (EEE), le cadre juridique de l'UE en vigueur est l'«arrangement» pertinent entre les parties au sens de l'article 6, paragraphe 2, du protocole international de 1996 à la Convention de 1972 sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets (ci-après le «protocole de Londres»). En conséquence, tous les opérateurs de réseaux de transport de CO₂ et/ou de sites de stockage de CO₂ peuvent tirer pleinement parti du cadre juridique de l'Union pour importer ou exporter du CO₂ capté au sein de l'EEE.

À l'heure actuelle, la seule façon pour les pays non membres de l'EEE de bénéficier de ces modalités serait d'exploiter des sites de stockage au titre d'un SEQUE lié à celui de l'EEE⁷⁵, dans un cadre prévoyant des garanties juridiques équivalentes à celles de la directive CSC de l'UE.

Pour que des sites de stockage de CO₂ situés dans des pays tiers ne disposant pas d'un SEQUE lié puissent dans le futur être reconnus, il faudrait impérativement que des conditions équivalentes existent pour garantir de façon permanente un stockage géologique du CO₂ capté sûr et respectueux de l'environnement, que le stockage ne soit pas utilisé pour accroître la récupération des hydrocarbures, et que la démarche entraîne une réduction globale des émissions. Les pays candidats à l'adhésion à l'UE qui envisagent de mettre en place des systèmes temporaires de tarification du carbone présentent, à condition que ces systèmes soient liés au SEQUE, un potentiel de coopération particulièrement bienvenu dans le cadre de la période de préadhésion.

Au niveau international, l'accord de Paris exige des parties qu'elles mesurent et rapportent les progrès accomplis en ce qui concerne leurs objectifs de réduction des GES, et qu'elles donnent des informations relatives à leur contribution déterminée au niveau national. Dans ce cadre sont fournies des déclarations sur les absorptions de carbone par les puits de gaz à effet de serre et les autres activités industrielles de gestion du carbone. Les émissions et les absorptions ne doivent être comptabilisées et communiquées qu'une seule fois, et par une seule partie, afin d'éviter un double comptage.

⁷³ *The White House (2023) Clean Energy Economy: A Guidebook to the Inflation Reduction Act's investments in clean energy and climate action*, janvier 2023, et *Department for Energy Security and net Zero (2023), Carbon Capture Use and Storage: A vision to establish a competitive market*, décembre 2023.

⁷⁴ Yara investit dans le CSC à Sluiskil et signe un accord contraignant pour le transport et le stockage du CO₂ avec Northern Lights ([lien](#)).

⁷⁵ En concluant un accord au titre de l'article 25 de la directive 2003/87/CE.

La déclaration des activités industrielles de gestion du carbone dans les inventaires des gaz à effet au titre de la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) est une question essentielle à traiter. Il convient d'accorder une attention particulière aux chaînes de valeur internationales, qui impliquent le captage, le transport, le stockage ou l'utilisation du CO₂ dans plusieurs pays. Parmi celles-ci, les combustibles produits à l'aide de techniques de CUC importés et utilisés dans l'UE, et, à l'international, l'absorption de carbone, par exemple dans le cadre des activités de bioénergie avec captage et stockage du carbone (BioCCS) ou des activités de captage et de stockage directs du carbone atmosphérique (DACCS). Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) jouera un rôle essentiel en fournissant des lignes directrices et des méthodologies claires pour la déclaration conforme de tous les types d'activités de CSC, de CUC et d'absorption industrielle de carbone dans les inventaires des GES de la CCNUCC.

Une collaboration internationale sera également nécessaire pour maximiser le potentiel de la gestion industrielle du carbone pour l'atténuation des émissions de CO₂ à l'échelle mondiale, par exemple dans le cadre de la Mission sur l'absorption du dioxyde de carbone, qui relève de l'initiative Mission Innovation⁷⁶. En particulier, établir une compréhension commune du stockage permanent du carbone atmosphérique dans des sites géologiques ou dans des produits durables pourrait aider à accélérer les projets et à les porter à plus grande échelle, ainsi qu'à les rendre économiquement plus viables et plus efficaces.

L'UE devrait contribuer à des échanges et ateliers internationaux avec l'industrie, les universités et les pouvoirs publics ainsi qu'avec les organisations internationales sur la gestion industrielle du carbone pour atténuer les émissions de CO₂ à l'échelle mondiale, et pour permettre aux entreprises de l'UE d'exercer leurs activités sur les marchés de pays tiers. Il importera de dialoguer avec les pays tiers pour faire en sorte que leurs marchés restent accessibles à l'industrie et aux technologies de l'UE et inversement, notamment en ce qui concerne les procédures de passation de marché.

Le G7 a confirmé que si l'atténuation immédiate, soutenue et rapide des émissions de GES reste une priorité centrale pour atteindre les objectifs «zéro net», il sera essentiel de déployer des processus d'absorption de carbone associés à des garanties sociales et environnementales solides, par exemple le renforcement des puits naturels, du BioCCS et du DACCS, afin de contribuer à compenser les émissions résiduelles des secteurs peu susceptibles de parvenir à une décarbonation totale. Le G7 a en outre reconnu que *«le CUC/recyclage du carbone et le CSC peuvent occuper une place importante dans un large portefeuille de solutions de décarbonation applicables pour parvenir à zéro émission nette d'ici à 2050»*.

La Commission prévoit:

- de travailler à l'accélération de la coopération internationale afin de promouvoir l'harmonisation des processus de déclaration et de comptabilité des activités de gestion industrielle du carbone, dans le but de garantir une comptabilité précise au titre du*

⁷⁶ Codirigée par le Canada, les États-Unis et l'Arabie saoudite, avec la participation de la Commission européenne, de l'Australie, de l'Inde, du Japon et de la Norvège ([lien](#)).

cadre de transparence de la CCNUCC;

- *d'œuvrer à faire en sorte que les cadres internationaux de tarification du carbone visent avant tout la réduction des émissions jusqu'aux niveaux requis, tout en prévoyant des solutions d'absorption de carbone pour limiter les émissions dans les secteurs difficiles à décarboner.*

6. Conclusion

Pour parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050 et doter l'économie de l'UE de tous les moyens nécessaires pour atteindre le niveau d'ambition climatique fixé pour 2040, l'UE se doit d'élaborer un cadre d'action et d'investissement commun et détaillé couvrant tous les aspects de la gestion industrielle du carbone. La gestion industrielle du carbone aura toute son importance pour suppléer les efforts d'atténuation des émissions difficiles à réduire et pour parvenir à des émissions négatives après 2050.

Les solutions technologiques pour le captage, le transport, l'utilisation et le stockage du CO₂ existent, mais elles doivent encore être déployées commercialement et mises à l'échelle, que ce soit dans les industries existantes ou dans celles qui se lancent dans l'absorption du CO₂ de l'atmosphère. Cependant, les entreprises qui déploient à l'heure actuelle ces solutions sont confrontées aux coûts élevés du captage, du stockage et de l'utilisation du carbone, et à des défaillances multiformes du marché qu'il convient de traiter dans le cadre d'une approche européenne intégrée de la gestion industrielle du carbone.

De nombreux États membres ont cartographié des sites de stockage géologique théoriques, mais il reste désormais à convertir ceux-ci en capacités de stockage de CO₂ susceptibles de mobiliser des financements. Cette avancée passera non seulement par des investissements, mais aussi par une large acceptation au sein de la population sur le fait que le stockage souterrain de CO₂ représente une solution fiable pour lutter contre le changement climatique et une activité rentable. La création d'infrastructures de transport de CO₂ est également essentielle à cette fin.

Une fois capté, le CO₂ devient un bien de valeur, en particulier s'il provient de sources biologiques ou directement de l'atmosphère. Son utilisation devrait s'étendre dans les procédés de fabrication, en particulier pour les produits chimiques et les matières plastiques fabriqués à l'heure actuelle à partir de pétrole brut et de gaz naturel, ainsi que dans la production de carburants durables pour réduire les émissions des transports difficilement atténuables.

Pour instaurer une gestion industrielle du carbone ambitieuse dans l'UE, il est nécessaire de soutenir les projets qui utilisent ces technologies et s'appuient sur le partage des connaissances. Les États membres et la Commission doivent collaborer afin d'élaborer et de mettre en place le cadre d'action nécessaire pour accroître la sécurité des investisseurs, tout en associant les communautés locales dans les zones où le stockage géologique du CO₂ peut être utilisé pour contribuer à la décarbonation de l'économie.

Toutes ces solutions doivent apporter des avantages réels et quantifiables avant tout aux citoyens, à l'environnement et au climat. La présente stratégie ouvre la voie à une gestion industrielle du carbone légitime et économiquement prometteuse pour une neutralité climatique de l'UE d'ici 2050. Sa mise en œuvre rapide repose sur des efforts concertés de la Commission, des États membres, de l'industrie, des groupes de citoyens, des communautés de chercheurs, des partenaires sociaux et des autres parties prenantes.