

# **Cadre d'action pour le déploiement des technologies CCUS & CDR au Luxembourg**



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Économie

## Contenu

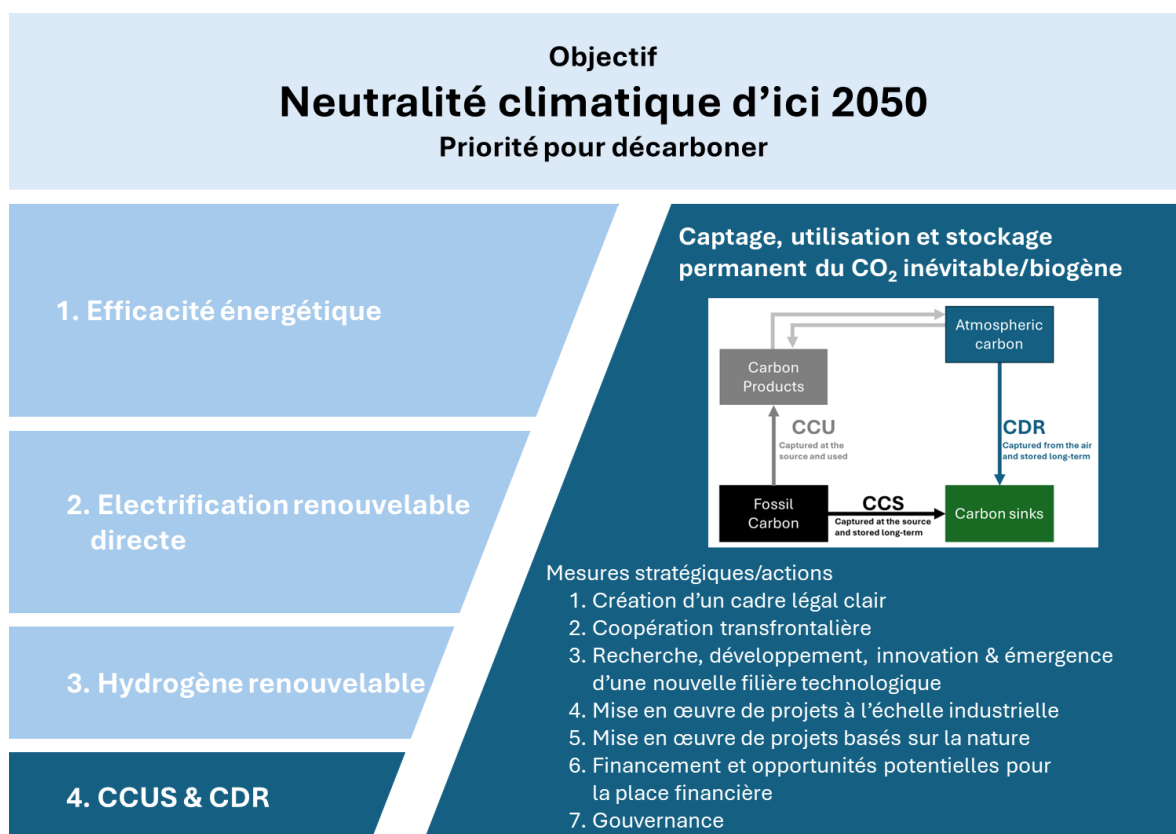
|   |    |
|---|----|
| Résumé.....   | 3  |
| 1. Introduction .....   | 4  |
| 1.1. Pourquoi élaborer un cadre d'action pour le déploiement des technologies CCUS et CDR au Luxembourg ?.....            | 4  |
| 1.2. Terminologie .....   | 5  |
| 1.3. Ambitions et leviers de décarbonation.....   | 8  |
| 2. Contexte réglementaire .....   | 9  |
| 3. Etat des lieux et potentiel .....  | 13 |
| 3.1. Captage .....  | 13 |
| 3.2. Transport.....   | 15 |
| 3.3. Utilisation.....   | 17 |
| 3.4. Stockage.....  | 18 |
| 3.4.1. Solutions fondées sur la nature/absorption atmosphérique de carbone.....   | 18 |
| 3.4.2. Solutions technologiques/Stockage géologique .....   | 19 |
| 3.5. Projets CCUS &CDR opérationnels au monde et en Europe.....   | 20 |
| 4. Mesures stratégiques/actions.....  | 21 |
| 4.1. Création d'un cadre légal clair au niveau national et européen.....  | 21 |
| 4.2. Coopération transfrontalière dans la région et au-delà .....   | 22 |
| 4.3. Potentiel en recherche, développement, innovation et l'émergence d'une nouvelle filière technologique CCUS&CDR ..... | 23 |
| 4.4. Mise en œuvre de projets à l'échelle industrielle.....   | 25 |
| 4.5. Mise en œuvre de projets basés sur la nature .....   | 26 |
| 4.6. Financement de projets et opportunités potentielles pour la place financière .....                                   | 27 |
| 4.7. Gouvernance .....  | 30 |

## Résumé

Pour parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050 et au-delà, tous les leviers de décarbonation doivent être activés dans les différents secteurs. En plus des mesures de mitigation, le recours à des technologies de captage, utilisation et stockage du CO<sub>2</sub> (CCUS) en complément avec les pratiques d'absorption du CO<sub>2</sub> atmosphérique (CDR « Carbon dioxide removal ») sont clés pour contrebalancer les émissions résiduelles et atteindre une réduction nette des émissions.

Les technologies CCUS sont notamment un levier important pour la décarbonation des industries manufacturières (générant des émissions de procédés) difficiles à décarboner ou quand l'électrification directe ou le recours à l'hydrogène s'avèrent techniquement ou économiquement non faisables.

Basé sur l'engagement du Gouvernement pris dans l'Accord de coalition 2023-2028 et la mise à jour du plan national en matière d'énergie et de climat (PNEC), d'évaluer le potentiel des technologies CCUS et de créer un cadre pour soutenir leur déploiement dans des conditions et pour des secteurs spécifiques, le présent document évalue le potentiel des technologies d'absorption de dioxyde de carbone dans le contexte luxembourgeois, estime les besoins de recourir à ces technologies et propose des mesures concrètes permettant, à terme, un emploi sensible de ces technologies. Un ensemble de 7 mesures stratégiques clé est identifié.



# 1. Introduction

## 1.1. Pourquoi élaborer un cadre d'action pour le déploiement des technologies CCUS et CDR au Luxembourg ?

Les effets du changement climatique se faisant sentir dans le monde entier, il est urgent d'abattre les émissions de gaz à effet de serre (GES) à un rythme beaucoup plus rapide au Luxembourg, en Europe et dans le monde entier, afin de maintenir l'objectif de limiter le réchauffement global à 1,5 °C à portée de main. Pour parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050 au plus tard, il est nécessaire de réduire au minimum les émissions de gaz à effet de serre et d'éliminer les émissions inévitables de l'atmosphère. Il y a un consensus scientifique<sup>9</sup> que les mesures de mitigation qui sont implémentées (i.e. suffisance énergétique, efficacité énergétique, électrification par l'électricité renouvelable, passage à l'hydrogène renouvelable) ne suffiront pas pour atteindre la neutralité climatique, et que le recours à des technologies de captage, utilisation et stockage du CO<sub>2</sub> (CCUS) en complément avec les pratiques d'absorption du CO<sub>2</sub> (CDR « Carbon dioxide removal ») sont clés. Dans ce contexte, il est essentiel de distinguer entre les différents types de sources de CO<sub>2</sub> (fossiles, biogéniques, air ambiant) et les méthodes typiques de gestion des émissions de CO<sub>2</sub>, notamment celles qui sont inévitables/difficiles à abattre. En l'occurrence les technologies CCUS sont un levier important pour la décarbonation des industries manufacturières générant des émissions de procédés difficiles à décarboner ou lorsque l'électrification directe ou le recours à l'hydrogène s'avèrent techniquement ou économiquement non faisables. En sus de la contribution aux objectifs en matière de décarbonation, le développement des technologies CCUS et CDR pourra également impliquer l'émergence de nouvelles activités économiques en la matière. Il serait de ce fait opportun de développer une expertise technologique au Luxembourg allant de l'ingénierie du captage aux solutions logistiques en passant par le potentiel de valorisation dans autres secteurs d'activités.

Le présent document sert à clarifier les différentes notions (Chapitre 1) et le contexte réglementaire et scientifique (Chapitre 2), à établir un état des lieux (Chapitre 3) et à identifier des mesures stratégiques (Chapitre 4) que le Luxembourg pourra implémenter.

Basé sur l'engagement du Gouvernement pris dans l'Accord de coalition 2023-2028 et la mise à jour du plan national en matière d'énergie et de climat (PNEC)<sup>1</sup>, d'évaluer le potentiel des technologies CCUS et de créer un cadre pour soutenir leur déploiement dans des conditions et pour des secteurs spécifiques, les ambitions et le périmètre sont précisés (Chapitre 1.3).

---

<sup>1</sup> [PNEC](#) Mesure N° 523 Cadre d'action pour le déploiement des technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone

## 1.2. Terminologie

Le Luxembourg s'orientera et se référera à la terminologie qui est en train d'être développé au niveau européen :

- **Captage et stockage du CO<sub>2</sub> (CSC ou « Carbon Capture and Storage » CCS en anglais)** (Figure 1 C): les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine fossile ou de procédé industriel sont captées à partir de sources ponctuelles et transportées en vue d'un stockage géologique permanent et sûr ;
- **Captage et utilisation du CO<sub>2</sub> (CUC ou « Carbon Capture and Utilisation » CCU en anglais)** (Figure 1 B): le CO<sub>2</sub> capté est utilisé dans l'industrie pour la fabrication de produits synthétiques, de produits chimiques ou de combustibles durables. L'effet climatique du CCU dépend de la durée de vie du produit, du produit qu'il remplace et de la source de CO<sub>2</sub> (fossile, biomasse ou atmosphère);
- **Absorption du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère (« Carbon dioxide removal » CDR en anglais)<sup>2</sup>** (Figure 2) : l'absorption anthropique de carbone de l'atmosphère et son stockage durable dans des réservoirs géologiques, terrestres ou marins, ou dans des produits de longue durée ;
- **Absorption permanente du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère<sup>2</sup>** : toute pratique ou tout procédé qui, dans des circonstances normales et selon des pratiques de gestion appropriées, capte et stocke le carbone atmosphérique ou biogénique pendant plusieurs siècles, y compris le carbone chimiquement lié de manière permanente dans des produits, et qui n'est pas combiné à une récupération assistée des hydrocarbures. L'absorption **permanente** de carbone désigne donc les activités humaines qui éliminent le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et le stockent de manière sûre et durable **pendant plusieurs siècles**, résultant ainsi en des émissions négatives (voir Figure 1 A et D). On distingue par exemple<sup>15</sup> :
  - les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine biogénique qui sont captées à partir de sources ponctuelles (**« BioEnergy Carbon Capture and Storage », BECCS**)<sup>3</sup> et stockées de manière permanente ;
  - les émissions de CO<sub>2</sub> qui sont captées directement de l'air (**« Direct Air Carbon Capture and Storage », DACCS**), et stockées de manière permanente entraînant l'absorption du carbone de l'atmosphère (Figure 1 A)
  - la liaison chimique du CO<sub>2</sub> de manière permanente dans les produits
  - autres solutions permettant un stockage permanent (p.ex. biochar, altération améliorée des roches (ERW), ....).
- **Gestion industrielle du carbone (« Industrial carbon management »)<sup>15</sup>** : l'ensemble des trois filières : le captage et le stockage du carbone (CCS), le captage et l'utilisation du carbone (CCU) et l'absorption permanente du carbone ;
- **Stockage du CO<sub>2</sub> permanent ou temporaire<sup>9</sup>** : L'échelle de temps du stockage est étroitement liée au moyen de stockage : le carbone stocké dans les formations géologiques a généralement des durées de stockage plus longues et est moins vulnérable à l'inversion par des actions humaines ou des perturbations telles que la sécheresse et les incendies de forêt que le carbone stocké dans les réservoirs terrestres (végétation, sol). En outre, le carbone stocké dans la végétation ou par le biais de la séquestration du carbone dans le sol a des durées de stockage plus courtes et est plus vulnérable que le carbone stocké dans les bâtiments sous forme de produits du bois, sous forme de biochar dans les sols, le ciment et d'autres matériaux, ou dans les produits chimiques fabriqués

---

<sup>2</sup> Règlement (UE) [2024/3012](#) du Parlement européen et du Conseil du 27 novembre 2024 établissant un cadre de certification de l'Union relatif aux absorptions permanentes de carbone, à l'agrostockage de carbone et au stockage de carbone dans des produits

<sup>3</sup> Les solutions de BECCS sont à concevoir en prenant en compte les impacts tout au long de la chaîne d'approvisionnement (souvent mondiale), afin d'éviter les impacts négatifs sur la biodiversité.

à partir de la biomasse ou potentiellement par la capture directe de l'air. Toutefois, en raison de leur faible coût d'investissement, de leur capacité à fournir des co-bénéfices environnementaux (biodiversité, eau, sol) et sociétaux (productions agricoles) ainsi que de leur disponibilité directe et naturelle, les solutions temporaires sont un bon complément aux approches technologiques permanentes.

- **Agrostockage de carbone (« Carbon farming »)**<sup>2</sup>: toute pratique ou tout procédé mis en œuvre pendant une période d'activité d'au moins cinq ans, lié à la gestion d'un environnement terrestre ou côtier et permettant le captage et le stockage temporaire du carbone atmosphérique ou biogénique dans des réservoirs de carbone biogénique, ou la réduction des émissions des sols (p.ex. remise en eau et restauration des tourbières et des zones humides, agroforesterie et l'agriculture mixte, reboisement durable, mesures de protection des sols, ..., voir aussi sur le côté gauche de la Figure 2)
- **Solutions fondées sur la nature** : actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité<sup>4</sup>

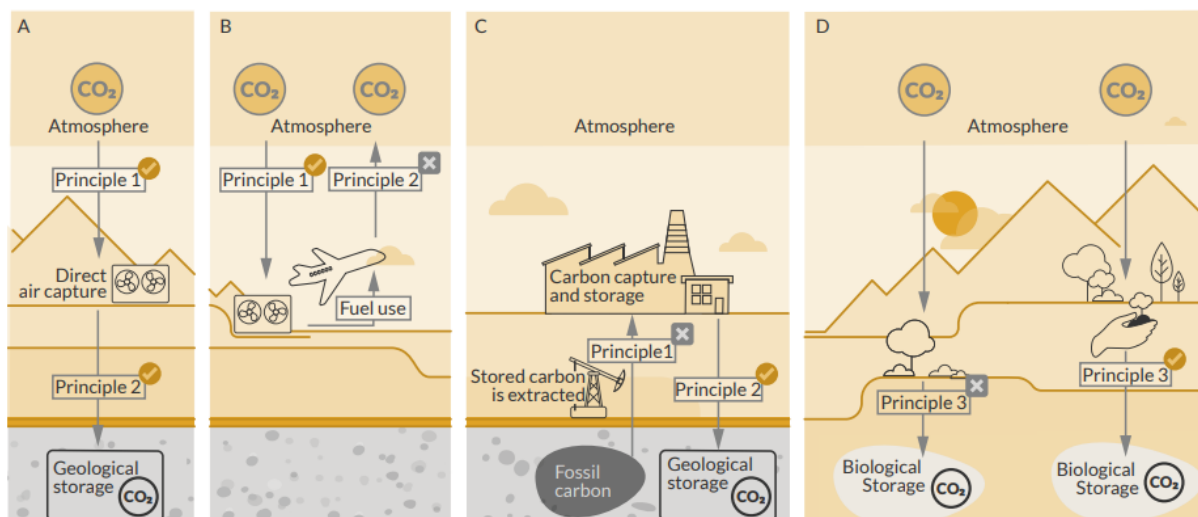


Figure 1: Pour être définie comme CDR une méthode doit capturer le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de l'atmosphère (principe 1) et le stocker durablement (principe 2) à la suite d'une intervention humaine (principe 3). A : Le captage direct dans l'air avec stockage géologique répond à la définition CDR. B : Plusieurs approches connexes ne satisfont qu'à un seul de ces principes et ne sont donc pas CDR. Par exemple, le captage direct du CO<sub>2</sub> dans l'air pour l'utiliser dans des produits à courte durée de vie tels que les carburants ne répond pas au principe 2. C : Le captage et le stockage géologique à partir de sources d'émissions de CO<sub>2</sub> fossiles ne satisfont pas au principe 1. D : Les processus naturels tels que la croissance des arbres peuvent satisfaire aux principes 1 et 2, mais ils ne satisfont qu'au principe 3 et sont considérés comme CDR s'ils sont renforcés par l'activité humaine. Source: The State of Carbon Dioxide Removal<sup>5</sup>

<sup>4</sup> UICN <https://iucn.org/fr/notre-travail/solutions-fondees-sur-la-nature>

<sup>5</sup> The State of CDR report, 2<sup>nd</sup> Edition, <https://www.stateofcdr.org/>

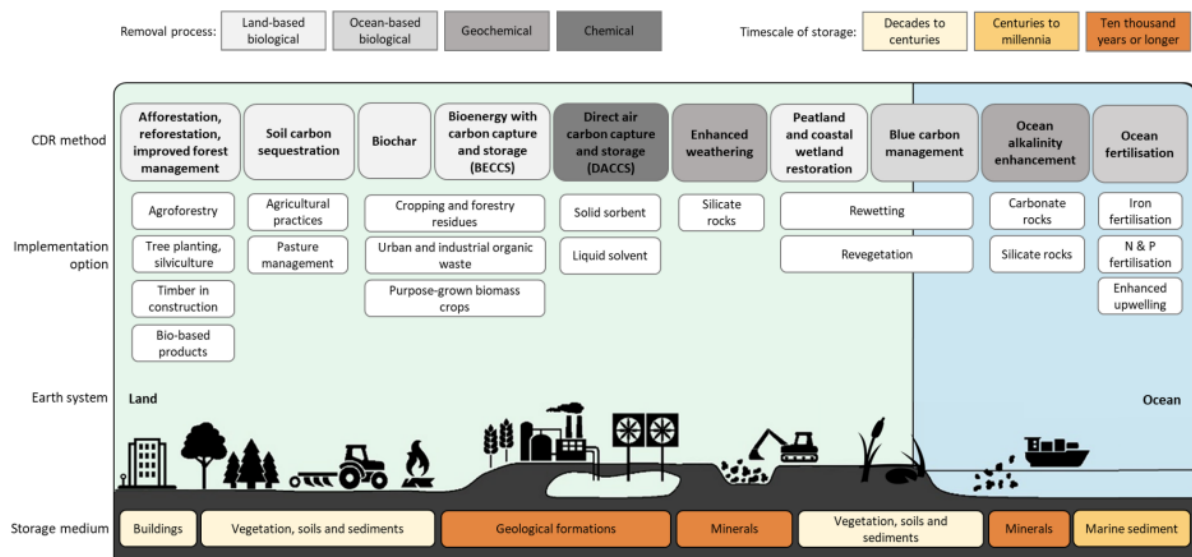


Figure 2: Classification des méthodes d'absorption du CO<sub>2</sub> en fonction du processus d'élimination (nuances de gris) et du moyen de stockage (pour lequel les durées de stockage sont indiquées, nuances de jaune/brun). Source: IPCC<sup>9</sup> AR6 WGII , CHAPTER 12, CROSS – CHAPTER BOX 8 , FIGURE1.

La relation entre les différents termes CCS, CCU et CDR<sup>6</sup> est illustrée schématiquement dans la Figure 3.

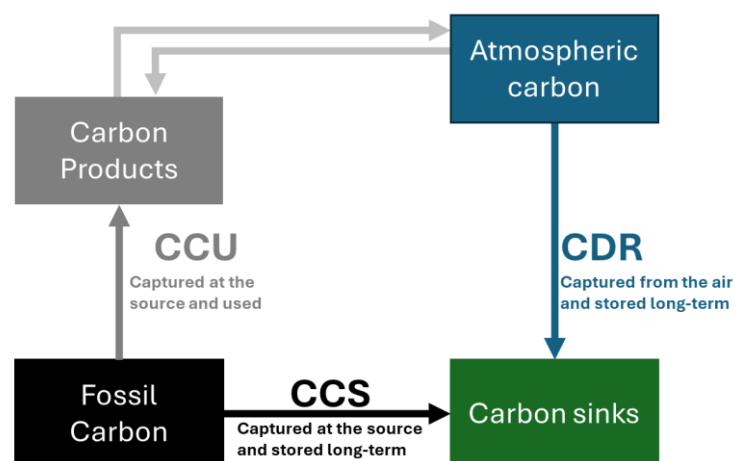


Figure 3: Relation entre CCU, CCS et CDR.

<sup>6</sup> Carbongap 2022, <https://carbongap.org/wp-content/uploads/2022/11/The-difference-between-CCS-CCU-and-CDR-and-why-it-matters.pdf>

### 1.3. Ambitions et leviers de décarbonation

Le Luxembourg, s'est fixé dans son plan national intégré en matière d'énergie et de climat (ci-après « PNEC »)<sup>1</sup> l'objectif de réduire les émissions de GES de 55 % à l'horizon 2030 et d'atteindre la neutralité climatique au plus tard en 2050. Pour y arriver, de la manière la plus efficiente en termes de coût et d'acceptation du public, tous les leviers de décarbonation doivent être activés dans les différents secteurs en considérant les opportunités industrielles et économiques associées et en assurant une certaine résilience d'un tissu industriel stratégique au Luxembourg. En plus des mesures de mitigation qui sont prioritaires, les mesures d'absorption du CO<sub>2</sub> (CCUS et CDR) sont clés pour contrebalancer les émissions résiduelles provenant au moins en partie de certains secteurs économiques stratégiques pour le Luxembourg et atteindre ainsi à coût idéal pour la société les objectifs en matière de politique climatique décrits ci-dessus.

Les activités d'utilisation des terres, telles que l'utilisation de terres pour la production agricole ou forestière ou le drainage de zones autrefois humides, entraînent d'une part des émissions de gaz à effet de serre, mais peuvent d'autre part contribuer à l'élimination du dioxyde de carbone, par exemple par le biais de la reforestation, de la modification des pratiques agricoles ou de l'augmentation de la proportion d'espaces verts dans les villes (cette dernière contribuant en outre à une meilleure adaptation au climat). Pour protéger le carbone stocké ou améliorer la capacité de piégeage du carbone des terres, diverses options de gestion sont disponibles. Il s'agit notamment de planter des arbres, de restaurer les forêts naturelles, de pratiquer l'agroforesterie, d'adopter des pratiques agricoles et forestières qui protègent et renforcent le carbone du sol, de protéger les zones humides, de restaurer et de réhumidifier les tourbières, et de promouvoir les produits du bois à longue durée de vie (voir Figure 2).

Les objectifs nationaux en matière d'utilisation des terres sont fixés par le règlement européen UTCATF ((UE)2018/841 et (UE)2023/839), la mise en œuvre nationale de l'objectif européen se fait par le biais de 22 mesures au total dans le PNEC.

Pour le secteur de l'industrie, les priorités de la décarbonation sont selon le principe de la primauté de l'efficacité énergétique :

1. Efficacité énergétique
2. Electrification renouvelable directe
3. Hydrogène renouvelable
4. Captage, utilisation et stockage permanent du CO<sub>2</sub> inévitable/issu d'activités difficiles à décarboner<sup>7</sup>

Les technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (« Carbon Capture, Utilisation and Storage », CCUS) constituent un levier important pour la décarbonation des industries manufacturières (générant des émissions de procédés) difficiles à décarboner et là où l'électrification directe ou le recours à l'hydrogène s'avèrent techniquement ou économiquement non faisables, et pourront offrir un potentiel pour le développement de nouvelles opportunités économiques. Selon le progrès technologique les activités difficiles à décarboner, respectivement les émissions inévitables peuvent évoluer.

Le développement de l'écosystème CCUS & CDR peut également permettre de soutenir l'innovation locale, la montée en gamme technologique, la diversification des activités économiques (technologies

---

<sup>7</sup> Il est à noter que ce qui semble « inévitable /difficile à abattre » aujourd'hui peut ne pas l'être à l'avenir et vice versa.



d'absorption de CO<sub>2</sub>, digitalisation, logistique du CO<sub>2</sub>, etc.) et de consolider la place financière en matière de finance durable.

L'Accord de coalition 2023-2028, prévoit que le Gouvernement évalue le potentiel des technologies CCUS au Luxembourg et crée un cadre pour soutenir leur déploiement dans des conditions et pour des industries spécifiques. Tel est l'objet du présent document qui évalue les technologies d'absorption de dioxyde de carbone dans le contexte luxembourgeois, estime les besoins de recourir à ces technologies et propose des mesures concrètes permettant, à terme, un emploi sensible de ces technologies.

## 2. Contexte réglementaire

### ○ International

L'accord de Paris de 2015<sup>8</sup> vise à limiter le réchauffement climatique nettement en dessous de 2°C (de préférence en dessous de 1,5°C) par rapport aux niveaux préindustriels. Les travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)<sup>9</sup> identifient l'importance de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (i.e. suffisance énergétique, amélioration de l'efficacité, transition des combustibles fossiles vers des sources d'énergie à faible teneur/teneur nulle en carbone), ainsi que de l'élimination du carbone existant dans l'atmosphère pour atténuer le changement climatique. Les technologies CDR s'avèrent être essentielles pour atteindre une réduction nette des émissions et contrebalancer les émissions résiduelles difficiles à éliminer. De plus, les solutions basées sur la nature, si elles sont bien conçues, peuvent également offrir de multiples avantages connexes, tels qu'une meilleure gestion de l'eau et de la biodiversité.

Il est essentiel d'évaluer l'impact environnemental des projets de CCUS et CDR pour s'assurer qu'ils s'alignent sur les objectifs de durabilité et qu'ils n'échangent pas un problème environnemental contre un autre. Une gestion prudente du carbone assurée à travers cadres réglementaires et de surveillance complets permet d'éviter les risques tels que les fuites de CO<sub>2</sub> et la perturbation des écosystèmes.

Le protocole de Londres<sup>10</sup>, élaboré et approuvé par l'Organisation maritime internationale (OMI), fournit la base juridique internationale pour le stockage géologique du CO<sub>2</sub> dans le sous-sol et pour le transport transfrontalier du CO<sub>2</sub> dans les environnements marins internationaux.

---

<sup>8</sup> Le Luxembourg a signé l'accord de Paris.

[https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/french\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/french_paris_agreement.pdf)

<sup>9</sup> IPCC AR6 Climate Change 2022 : Mitigation of Climate Change <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>

<sup>10</sup> <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/London-Convention-Protocol.aspx#:~:text=The%20London%20Convention>

- Union Européenne

L'Union européenne s'est engagée à atteindre zéro émission nette de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2050 et au-delà. Le pacte vert<sup>11</sup> a inclus le CCUS comme l'une des technologies nécessaires à la transition vers la neutralité climatique. La communication de la Commission sur les cycles durables du carbone<sup>12</sup> a souligné que les solutions disponibles basées sur les écosystèmes naturels résilients et le captage et le stockage du carbone industriel (CSC) devraient être déployées de manière efficace et durable pour atténuer les émissions. La communication de la Commission sur l'objectif climatique de l'UE pour 2040<sup>13</sup> a souligné la nécessité de capter et de stocker ou d'utiliser du CO<sub>2</sub>. Le pacte pour une industrie propre « Clean Industrial Deal »<sup>14</sup> définit des actions concrètes pour faire de la décarbonation un moteur de croissance pour l'industrie européenne. Les mesures présentées visent à stimuler les industries à forte intensité énergétique, le secteur des technologies propres et la circularité. Le pacte comprend des mesures pour créer un marché pour le carbone capturé, promouvoir les éliminations permanentes de carbone et décarboniser les secteurs difficiles à abattre.

La communication de la Commission « Vers une gestion industrielle du carbone ambitieuse pour l'UE »<sup>15</sup>, constitue une étape importante vers un déploiement plus homogène du captage et du stockage du carbone (CSC), du captage et de l'utilisation du carbone (CUC) et des absorptions de carbone en Europe. L'objectif principal est d'établir un marché unique pour les services de transport et de stockage du CO<sub>2</sub> dans toute l'Europe d'ici 2030.

Le NZIA (Net-zero industry Act)<sup>16</sup> créant un cadre réglementaire pour stimuler la compétitivité de l'industrie et des technologies de l'UE essentielles à la décarbonation, inclut les technologies de captage, de transport, d'utilisation et de stockage du CO<sub>2</sub> dans la liste des technologies net-zéro stratégiques. En outre, le NZIA envisage des mesures pour faciliter et promouvoir les projets de captage et de stockage géologique du carbone, notamment en fixant un objectif de capacité d'injection de CO<sub>2</sub> de 50 millions de tonnes par an dans l'ensemble de l'UE. Pour réaliser l'objectif de capacité d'injection à l'horizon 2030, le NZIA impose des obligations aux producteurs de pétrole et de gaz<sup>17</sup>.

Le règlement<sup>18</sup> sur les absorptions de carbone et l'agriculture carbonée (CRCF) a pour objectif de faciliter et d'encourager le déploiement des absorptions permanentes de carbone, de l'agrostockage de carbone et du stockage de carbone dans des produits, en établissant un cadre volontaire à l'échelle de l'UE pour la certification des absorptions de carbone et des réductions des émissions des sols. En établissant des critères de qualité de l'UE et en établissant des processus de surveillance et de déclaration, les investissements dans des technologies innovantes d'absorption du carbone, ainsi que dans des solutions durables de stockage agricole du carbone, seront facilitées tout en luttant contre l'écoblanchiment. Différents actes délégués et d'exécution doivent encore être élaborés avant une

---

<sup>11</sup> Communication de la Commission européenne « Le pacte vert pour l'Europe » ([COM\(2019\) 640 final](#))

<sup>12</sup> Communication de la Commission européenne « Des cycles du carbone durables » ([COM\(2021\) 800 final](#))

<sup>13</sup> Communication de la Commission européenne « Objectif climatique de l'Europe pour 2040 et voie vers la neutralité climatique à l'horizon 2050 pour une société durable, juste et prospère » ([COM\(2024\) 63 final](#))

<sup>14</sup> Communication de la Commission européenne « The Clean Industrial Deal: A joint roadmap for competitiveness and decarbonisation » ([COM\(2025\) 85 final](#))

<sup>15</sup> Communication de la Commission européenne « Vers une gestion industrielle du carbone ambitieuse pour l'UE » ([COM\(2024\) 62 final](#))

<sup>16</sup> [RÈGLEMENT \(UE\) 2024/1735](#) du Parlement européen et du Conseil du 13 juin 2024 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 »

<sup>17</sup> Le Luxembourg n'ayant pas de producteurs de pétrole et de gaz sur son territoire n'est pas concerné par cette obligation.

<sup>18</sup> [Règlement \(UE\) 2024/3012](#) du Parlement européen et du Conseil du 27 novembre 2024 établissant un cadre de certification de l'Union relatif aux absorptions permanentes de carbone, à l'agrostockage de carbone et au stockage de carbone dans des produits.

mise en pratique. Un registre de l'Union harmonisé pour les absorptions de carbone sera à mettre en place pour au plus tard 2028.

**Le cadre législatif européen<sup>19</sup> existant garantit que le captage, le transport et le stockage du CO<sub>2</sub> en Europe soient sûrs pour les personnes et l'environnement.**

La directive relative au stockage géologique du dioxyde de carbone<sup>20</sup>, établit un cadre juridique pour le stockage géologique sûr du CO<sub>2</sub>, couvrant l'ensemble du stockage du CO<sub>2</sub> dans les formations géologiques dans l'ensemble de l'UE et toute la durée de vie des sites de stockage.

Le règlement sur les réseaux transeuropéens d'énergie (TEN-E) et le mécanisme pour l'interconnexion en Europe (CEF) ont récemment inclus une section dédiée au captage et stockage du carbone visant à fournir des financements et faciliter leur intégration dans les infrastructures énergétiques européennes. Ainsi les infrastructures de transport transfrontalier de CO<sub>2</sub> et de stockage du CO<sub>2</sub> peuvent bénéficier des avantages des projets d'intérêt commun (PCI) et projets d'intérêt mutuel (PCM).

Malgré les différents règlements, il n'existe actuellement pas de cadre législatif complet, ni au niveau européen, ni au niveau national, pour faire émerger, planifier, développer, réaliser et gérer une infrastructure de CO<sub>2</sub> (à l'instar des directives européennes ou lois nationales relatives aux infrastructures de gaz naturel ou d'hydrogène). La Commission travaille sur un paquet législatif pour le transport du CO<sub>2</sub> qu'elle souhaite présenter en 2026.

En ce qui concerne l'absorption du dioxyde de carbone, le règlement de l'UE relatif à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie<sup>21</sup> ((UE) 2018/841 modifié par (UE) 2023/839) vise à améliorer la gouvernance, à promouvoir la transparence et à renforcer le lien entre l'atténuation du changement climatique et les mesures de protection de l'environnement. Le règlement intègre les émissions de GES et les absorptions de carbone résultant de l'utilisation des terres et du changement d'affectation des terres dans le cadre climatique de l'UE afin de parvenir à la neutralité climatique. Parmi les principales dispositions figurent des objectifs ambitieux en matière d'absorption nette de carbone, des synergies pour le climat et la biodiversité, des règles simplifiées en matière d'établissement de rapports et l'utilisation de technologies de surveillance avancées.

Un récent rapport de ESABCC (European Scientific Advisory Board on Climate Change)<sup>22</sup> sur l'élimination du dioxyde de carbone, souligne l'importance d'intensifier les efforts de CDR (solutions naturelles et technologiques) pour atteindre les objectifs climatiques de l'UE, insiste sur l'importance d'intégrer les éliminations permanentes dans le marché du carbone de l'UE au fil du temps et recommande de fixer des objectifs légaux distincts pour les émissions, les éliminations temporaires par les terres et les éliminations permanentes par des méthodes novatrices.

**Force est de constater que le cadre réglementaire européen est en évolution. Cependant des lacunes existent encore pour exploiter le potentiel des technologies CCUS et CDR, par exemple au niveau des objectifs de décarbonation, ou de la certification et comptabilisation des réductions d'émissions.**

---

<sup>19</sup> [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/industrial-carbon-management/legislative-framework\\_en?prefLang=fr&ettrans=fr](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/industrial-carbon-management/legislative-framework_en?prefLang=fr&ettrans=fr)

<sup>20</sup> Directive 2009/31/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative au stockage géologique du dioxyde de carbone

<sup>21</sup> Règlement (UE) 2018/841 modifié par (UE) 2023/839 relatif à la prise en compte des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie dans le cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030, et modifiant le règlement (UE) no 525/2013 et la décision (UE) no 529/2013

<sup>22</sup> Scaling up carbon dioxide removals – Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU, [ESABCC, Feb 2025](#)

**D'où l'importance d'œuvrer ensemble au niveau européen et national pour développer ceci (Mesure 1).**

○ Luxembourg

Selon l'Accord de coalition 2023-2028 et la mise à jour du plan national en matière d'énergie et de climat<sup>1</sup>, le Gouvernement prévoit d'évaluer le potentiel des technologies CCUS et de créer un cadre pour soutenir leur déploiement dans des conditions et pour des secteurs spécifiques, tels que l'industrie du ciment. Le cas échéant, le Gouvernement considérera l'analyse d'une infrastructure dédiée pour le transport du CO<sub>2</sub> capté. Pour le Luxembourg, une coopération européenne est indispensable pour le déploiement des infrastructures de transport du CO<sub>2</sub> vers les sites de stockage et d'utilisation du carbone (voir Mesure 2).

Le cadre national relatif aux aides d'État permet l'attribution d'aides à l'investissement visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre<sup>23</sup>.

Conformément à la loi du 27 août 2012 relative au stockage géologique du dioxyde de carbone<sup>24</sup>, qui transpose la directive 2009/31/CE relative au stockage géologique du dioxyde de carbone, le stockage géologique du CO<sub>2</sub> est actuellement interdit sur le territoire luxembourgeois.

La mise en œuvre nationale du règlement européen sur le secteur UTCATF est également étroitement liée au PNEC intégrant des mesures concernant la sylviculture et l'agriculture. Cependant, toutes les mesures qui relèvent du « carbon farming » selon la définition du règlement CRCF sont temporaires et ne sont donc pas traitées en priorité ici. Etroitement liés aux thèmes de l'agriculture, de la biodiversité, de la protection de la nature, de l'aménagement du territoire, les solutions basées sur la nature sont adressées dans des cadres existants.

---

<sup>23</sup> PdL 8386 <https://www.chd.lu/fr/dossier/8386>

<sup>24</sup> Art. 33 : « Sans préjudice des dispositions qui précèdent, tout stockage géologique de CO<sub>2</sub> sur le territoire luxembourgeois est interdit. »

### 3. Etat des lieux et potentiel

La maturité technologique et le déploiement commercial des solutions technologiques pour le captage, le transport, l'utilisation et le stockage du CO<sub>2</sub> varient selon les étapes de la chaîne de valeur et selon le type de technologie. Selon un rapport de l'Observatoire des technologies énergétiques propres (CETO) de la Commission européenne<sup>25</sup> des technologies spécifiques sont commercialement disponibles (TRL 9) à toutes les étapes de la chaîne de valeur, mais des travaux de mise à l'échelle et de développement sont encore nécessaires pour interconnecter toutes les étapes. Les entreprises qui veulent déployer ces solutions sont actuellement confrontées à des coûts élevés, un manque d'infrastructure de transport et à des défaillances du marché qu'il convient de traiter dans le cadre d'une approche européenne intégrée.

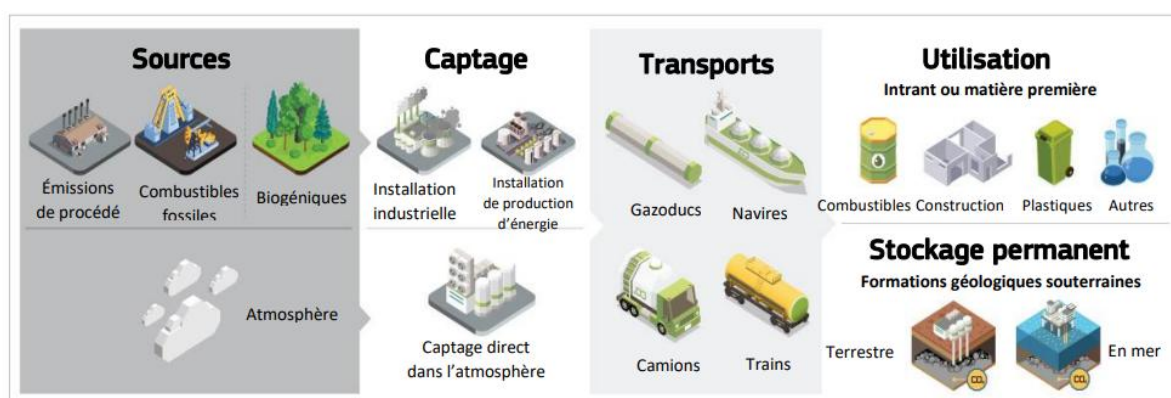


Figure 4: Description des chaînes de valeur du CO<sub>2</sub> (Source : Commission européenne, 2024)<sup>26</sup>

#### 3.1. Captage

Le captage du CO<sub>2</sub> consiste à extraire le CO<sub>2</sub> des procédés industriels lors de sa production, en le séparant des autres constituants du flux. Il est distingué entre les technologies de pré-combustion, post-combustion et oxy-combustion pour capturer le CO<sub>2</sub> à partir de sources ponctuelles. Les technologies les plus développées sont : l'absorption chimique et physique, l'adsorption, les membranes et la cryogénie. Le choix de la technologie dépend de la source, de la concentration du CO<sub>2</sub>, de l'efficacité de captage et des besoins en énergie. Dans la plupart des technologies de captage de l'énergie sous forme de chaleur ou électricité est nécessaire principalement pour régénérer le solvant/sorbant/lit ou pour générer de l'oxygène pur (dans le cas de l'oxycombustion). Les besoins en énergies<sup>25</sup> varient entre 1,4 et 25,5 MWh/t CO<sub>2</sub> selon les conditions et technologies employées.

Outre le captage du CO<sub>2</sub> à partir de sources ponctuelles des procédés industrielles, le captage direct de l'air (DACCS) permet d'extraire le CO<sub>2</sub> directement de l'atmosphère. Ces procédés nécessitent de grandes quantités d'énergie renouvelables et sont à l'heure actuelle notamment testés à grande échelle en Islande<sup>27</sup>.

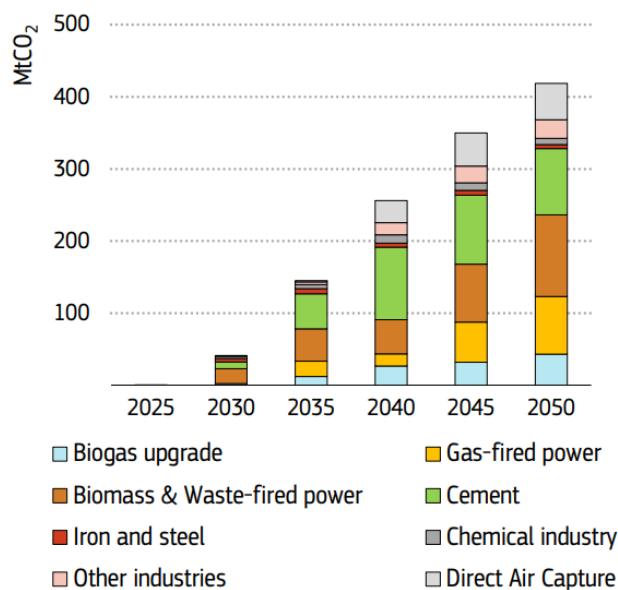
<sup>25</sup> European Commission: Joint Research Centre, Martinez Castilla, G., Tumara, D., Mountraki, A., Letout, S. et al., Clean Energy Technology Observatory, Carbon capture utilisation and storage in the European Union – Status report on technology development, trends, value chains and markets – 2024, Publications Office of the European Union, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/0287566>

<sup>26</sup> Communication de la Commission européenne « Vers une gestion industrielle du carbone ambitieuse pour l'UE »

COM(2024) 62 final

<sup>27</sup> Climeworks [ORCA Plant](#)

Selon les projections de l'Agence Internationale de l'Énergie<sup>28</sup>, le CCUS joue un rôle clé dans la transition énergétique, et devient de plus en plus important avec le temps, à mesure que la technologie s'améliore, que les coûts diminuent et que les options de réduction moins coûteuses dans certains secteurs sont épuisées. À l'horizon 2070, 10,4 Gt de CO<sub>2</sub> seront captées au niveau mondial dans l'ensemble du secteur de l'énergie d'après ces estimations. Alors qu'au niveau de l'UE, environ 50 Mt/a de CO<sub>2</sub> seront capturées d'ici 2030, 280 Mt/a d'ici 2040 et environ 450 Mt/a d'ici 2050, selon les projections publiées par la Commission européenne<sup>15</sup>. La biomasse solide et les usines d'incinération des déchets, ainsi que la production de ciment devraient capter la plus grande quantité d'émissions de CO<sub>2</sub>, respectivement 113 Mt/a et 92 Mt/a d'ici 2050 (Figure 5).



Source: JRC analysis based on the POTEnCIA model

Figure 5: Projection du captage du CO<sub>2</sub> par source dans l'UE, 2025-2050. (Source: CETO<sup>25</sup>)

Pour le Luxembourg, les principales sources industrielles pour un captage potentiel de carbone suivent les tendances des projections au niveau européen et sont les suivantes:

- Industrie du ciment (émissions de procédés inévitables)
- Incinération de déchets<sup>29</sup>
- Grandes centrales à bioénergie
- Industrie du verre (émissions de procédés inévitables)

De plus, dans le cas où l'hydrogène, pour des raisons techniques ou économiques, ne permet pas de décarboner à court/moyen terme, une production industrielle équipée d'un procédé d'oxy-combustion peut, grâce à des concentrations élevées de CO<sub>2</sub> dans les gaz de combustion, se prêter à un captage des émissions de CO<sub>2</sub>, comme solution de transition.

Pour les autres procédés industriels d'autres leviers de décarbonation sont à privilégier selon le principe de la primauté de l'efficacité énergétique (voir Chapitre 1.3). En fonction de l'évolution du

<sup>28</sup> <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions/ccus-in-the-transition-to-net-zero-emissions>

<sup>29</sup> Les déchets contenant une part considérable de matériaux biogènes, la comptabilisation est complexe. La variabilité non-prévisible de la composition est un défi additionnel à un impact significatif sur l'efficacité de captage et la faisabilité économique.

tissu industriel et du système énergétique, d'autres sources potentielles pourraient s'ajouter dans le futur, comme par exemple, le DACCS.

D'après une estimation préliminaire, illustrée dans la Figure 6, l'ordre de grandeur du potentiel de captage théorique<sup>30</sup> des émissions de CO<sub>2</sub> se situe au maximum autour de 1,9 -2,7 MtCO<sub>2</sub>/a<sup>31</sup>. Le captage et le stockage des émissions de CO<sub>2</sub> d'origine biogénique pourraient induire des émissions négatives théorique de l'ordre de 0,7 – 1,6 MtCO<sub>2</sub>/a. La réalisation de ce potentiel théorique au cours du temps est incertaine et dépendra de beaucoup de facteurs (e.g. développement des technologies et des infrastructures, viabilité économique, ...) et est à analyser plus en détail (voir Chapitre 4)

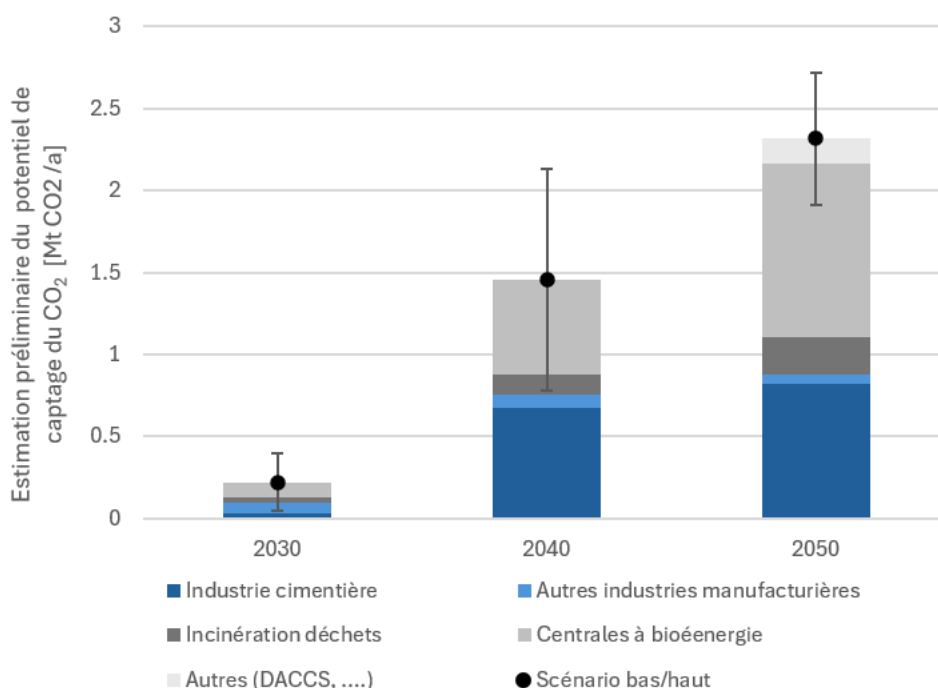


Figure 6: Estimation préliminaire du potentiel de captage du CO<sub>2</sub> au Luxembourg au cours du temps.

### 3.2. Transport

Afin de décarboner, il ne suffit pas de capter les émissions de CO<sub>2</sub>, mais il s'agit de créer des chaînes de valeur complètes, y compris à l'échelle transfrontalière. Une fois capté, le CO<sub>2</sub> doit être acheminé des émetteurs vers les lieux d'utilisation ou de stockage. Le transport peut se faire soit en état liquide ou gazeux en fonction de la pression et de la température, par des réseaux / pipelines et navires ou pour des volumes plus petits et distances plus courtes par camions, trains, barges, etc. Bien que le transport du CO<sub>2</sub> soit déjà une activité commerciale établie, une mise à l'échelle est requise pour transporter les volumes considérables à l'avenir. La logistique du CO<sub>2</sub> nécessite notamment le déploiement d'infrastructures de transport coûteuses (pipeline, terminal de liquéfaction, etc.) pour acheminer de grands volumes, ainsi que l'élaboration et la mise en œuvre de concepts multimodaux pour collecter les volumes plus faibles. La revalorisation de pipeline à gaz existant pour le transport de CO<sub>2</sub> peut constituer à long terme une option intéressante dans certains cas, afin de limiter les besoins

<sup>30</sup> Il est à noter qu'il y a des pertes au niveau du captage ainsi que dans les étapes subséquentes de la chaîne de valeur CCUS.

<sup>31</sup> Prenant en compte une extension potentielle de certaines activités.



en nouvelles infrastructures. Le potentiel de reconversion des infrastructures de transport de gaz naturel existantes devrait être évalué à la lumière des contraintes techniques et de la concurrence et complémentarité avec le transport de l'hydrogène. Le coût du transport du CO<sub>2</sub> varie considérablement au cas par cas, principalement en fonction des volumes et qualités du CO<sub>2</sub>, des modes de transport, de la géographie et des distances de transport (Figure 7). Une analyse détaillée adaptée au contexte luxembourgeois sera à réaliser pour identifier le concept multimodal le plus approprié (voir Chapitre 4).

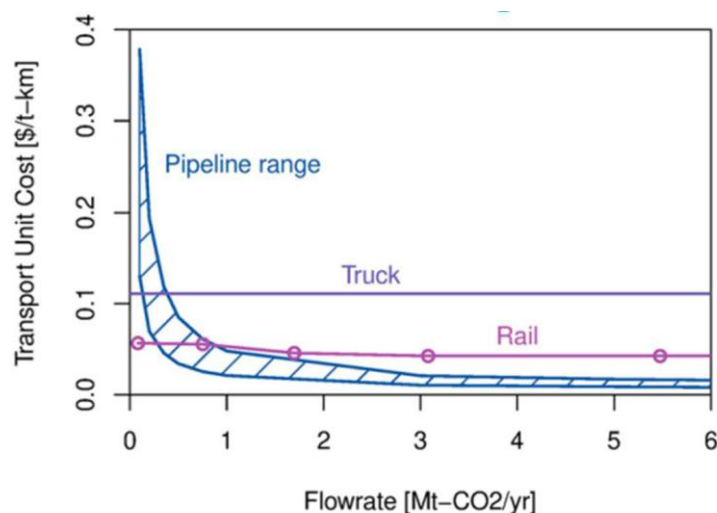


Figure 7: Comparaison des coûts de transport du CO<sub>2</sub> par camion, par train et par pipeline en fonction du débit. Les coûts sont calculés pour une distance de 200 km. Source : Stolaroff et al.<sup>32</sup>.

En vue de la planification et de la mise en œuvre de ces infrastructures, une coopération et une coordination à l'échelle nationale, régionale et européenne sont indispensables (voir Mesure 0). Une première analyse de l'évolution de l'étendue et des besoins d'investissement du réseau transeuropéen de transport de CO<sub>2</sub> de 2025 à 2050 a été dressée par le JRC<sup>33</sup> de la Commission européenne et est en cours d'actualisation. La Figure 8 reprend un des multiples scénarios étudiés. Un réseau transeuropéen intégré est clé pour mutualiser et optimiser les coûts. Vu les interactions avec les secteurs de l'électricité, du gaz et de l'hydrogène, une coordination avec ces secteurs est également primordiale. Un cadre cohérent et uniforme pour l'opération, le financement et la régulation des infrastructures de transport transfrontalier, ainsi que les exigences en termes de qualité du CO<sub>2</sub>, doit être établi garantissant un accès transparent et non-discriminatoire.

<sup>32</sup> Stolaroff et al. , Transport Cost for Carbon Removal Projects With Biomass and CO<sub>2</sub> Storage, <https://www.frontiersin.org/journals/energy-research/articles/10.3389/fenrg.2021.639943/full>

<sup>33</sup> JRC map CO2 transport infrastructure [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/co2-transport-infrastructure-key-achieving-climate-neutrality-2050-2024-02-06\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/co2-transport-infrastructure-key-achieving-climate-neutrality-2050-2024-02-06_en)



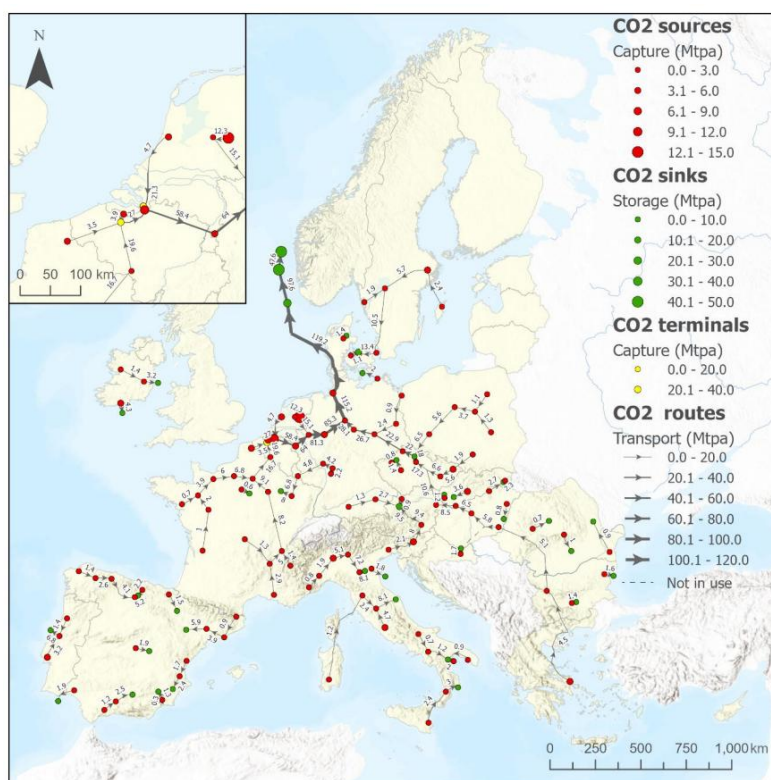


Figure 8: Projection de l'infrastructure de transport de CO<sub>2</sub> transeuropéen en 2050, Scénario D1 - Fit-for-55 (EU+NO+UK), Source : JRC, 2024<sup>34</sup>

### 3.3. Utilisation

En outre du stockage géologique permanent, le CO<sub>2</sub> capté peut être utilisé par l'industrie pour la fabrication de produits synthétiques, de produits chimiques ou de carburants/combustibles. La plupart de ces processus d'utilisation nécessitent des quantités substantielles d'énergie, sous forme d'hydrogène, d'électricité ou de chaleur. Ceux-ci doivent être de nature renouvelable / bas-carbone afin d'engendrer un impact environnemental positif. Afin d'augmenter l'effet bénéfique sur le climat, il importe de préférer l'utilisation du CO<sub>2</sub> dans des produits qui fixent le carbone à long terme respectivement de recourir à du CO<sub>2</sub> d'origine biogénique, absorbé de l'atmosphère.

D'après une évaluation préliminaire, l'utilisation du CO<sub>2</sub> à grande échelle au Luxembourg est limitée à défaut d'une industrie chimique et d'un potentiel limité d'énergie renouvelable bon marché (p.ex. production de carburants synthétiques). Cependant, des opportunités existent au niveau des activités RDI et pour des projets pilotes (voir Mesure 0) par exemple pour l'utilisation du CO<sub>2</sub> dans le secteur de construction (p.ex. carbonations dans béton<sup>35</sup>) ou bien pour des applications qui fixent le CO<sub>2</sub> à plus courte durée par exemple par le développement de procédés de production de carburants

<sup>34</sup> <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC136709>

<sup>35</sup> Différentes technologies se développent pour séquestrer (procédé de minéralisation) le CO<sub>2</sub> dans le béton <https://beton.zirkulit.ch/fr/stockage-du-co2/technologie-de-stockage-du-co2>, <https://www.neustark.com/en>, <https://www.carboncure.com/>, <https://www.sika.com/en/knowledge-hub/reco2ver-concrete-recycling.html>  
Potentiel de séquestration : 10 kg<sub>CO2</sub>/m<sup>3</sup> de béton

synthétiques, des procédés de conversion biochimique dans le domaine l'agro-alimentaire (p.ex. Cultivation de légumes en serres<sup>36</sup>) ou la conversion microbienne de CO<sub>2</sub>.

D'autres opportunités pourraient surgir dans les années à venir, notamment aussi au niveau de la Grande Région ou du Benelux. D'après les estimations de la Commission européenne<sup>15</sup>, le captage et l'utilisation de carbone devient progressivement plus important, s'approchant notamment à l'horizon 2050 des dimensions du stockage de carbone.

Toutefois, des mesures supplémentaires sont nécessaires pour justifier l'utilisation du carbone durable provenant du CO<sub>2</sub> capté plutôt que du carbone fossile pour d'autres applications du point de vue de l'impact climatique.

Pour que les technologies CCU 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. Un cadre doit être mis en place pour suivre la source, le transport et l'utilisation de plusieurs centaines de millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, et garantir l'intégrité environnementale tout en créant une incitation financière. Pour fournir une incitation efficace et efficiente, un système de comptabilisation solide et transparent doit être établi et assuré.

### 3.4. Stockage

#### 3.4.1. Solutions fondées sur la nature/absorption atmosphérique de carbone

Les écosystèmes intacts remplissent une multitude de fonctions, dont la fonction de stockage du carbone. Il est donc essentiel, pour la mise en œuvre de mesures, de les appliquer dans le cadre d'une gestion durable et adaptée au changement climatique, dans le but d'augmenter la résilience des écosystèmes et, par conséquent, le stock de carbone. L'importance des objectifs environnementaux et de protection de la nature dans le domaine de l'utilisation des sols, qui vont bien au-delà de la politique climatique, est illustrée par le grand nombre de législations élaborées dans le cadre du Green Deal européen, qui visent par exemple la résilience et la stabilité à long terme des écosystèmes. En ce qui concerne les objectifs climatiques contraignants en vertu du droit de l'Union et du droit international, c'est surtout le règlement UTCATF qui est important.

Pour atteindre les objectifs climatiques et environnementaux du secteur UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), il est essentiel de prendre des mesures efficaces dans les domaines de l'agriculture et de la sylviculture. Dans ce contexte, la politique agricole commune (PAC) au niveau de l'UE et les dispositions légales de la loi sur la sylviculture font partie des domaines juridiques pertinents. En ce qui concerne les objectifs UTCATF, il faut en tout cas tenir compte du fait que le changement climatique progressif fait peser des risques considérables sur les réservoirs naturels de carbone (notamment en raison d'événements météorologiques extrêmes, d'incendies de forêt et de calamités causées par des insectes) et que, pour minimiser les risques dans le cadre d'une gestion durable de l'agriculture et de la forêt, l'optimisation des taux d'absorption de carbone par des mesures visant à accroître la résilience est prioritaire.

Au Luxembourg, la mise en œuvre nationale du règlement européen sur le secteur UTCATF est également étroitement liée au PNEC (voir Chapitre 2). On y trouve aussi bien des mesures actives concernant la sylviculture que des mesures concernant l'agriculture. Alors que la plupart des mesures

---

<sup>36</sup> Potentiel de séquestration : 150-200 kgCO<sub>2</sub>/ha/h légumes ou 25kg/ha/h plantes d'ornements:  
<https://www.gasido.de/blog/posts/co2-im-gewaechshaus-co2-begasung-duengung-alle-infos>

forestières sont réglementaires, celles concernant le secteur agricole constituent des incitations financières par des moyens européens et/ou nationaux. La vaste majorité des mesures sont déjà mises en œuvre.

Une description plus détaillée des mesures se trouve au Chapitre 4.

### 3.4.2. Solutions technologiques/Stockage géologique

Le CO<sub>2</sub> peut être stocké géologiquement, soit en le piégeant sous forme gazeuse dans des formations géologiques, soit en le dissolvant dans l'eau souterraine trouvée dans les formations géologiques profondes ou encore en induisant des réactions chimiques avec les formations rocheuses pour produire des minéraux intégrant le carbone. Quatre mécanismes peuvent ainsi être distingués : piégeage structurel, piégeage résiduel du CO<sub>2</sub>, piégeage de solubilité et piégeage minéral.

Les technologies de stockage du CO<sub>2</sub> sont donc divisées en fonction de la situation géologique dans laquelle le CO<sub>2</sub> est séquestré : formations salines et aquifères profonds, gisements de pétrole et de gaz épuisés et par altération forcée de roches basaltiques. La technologie la plus mature est le stockage dans des formations salines, opéré depuis 1996 dans la Mer du Nord (Projet Sleipner, Norvège) et depuis opérationnel sur d'autres sites à travers le monde (par exemple Snøhvit en Norvège, Gorgon en Australie, Quest au Canada, Illinois Industrial aux États-Unis).

Des progrès techniques ont été réalisés dans le domaine du captage et du stockage du CO<sub>2</sub>, et de nombreux projets exploités à travers monde ont démontré que la technologie fonctionne et que le CO<sub>2</sub> peut rester piégé en toute sécurité dans des formations géologiques. Cependant, des défis restent, comme la surveillance continue de ces projets de stockage afin de s'assurer qu'il n'y a pas de fuites inattendues, la rentabilité économique et l'acceptation sociale. Les principales fuites potentielles du stockage dans des formations salines et techniques de remédiation sont illustrées dans la Figure 9.

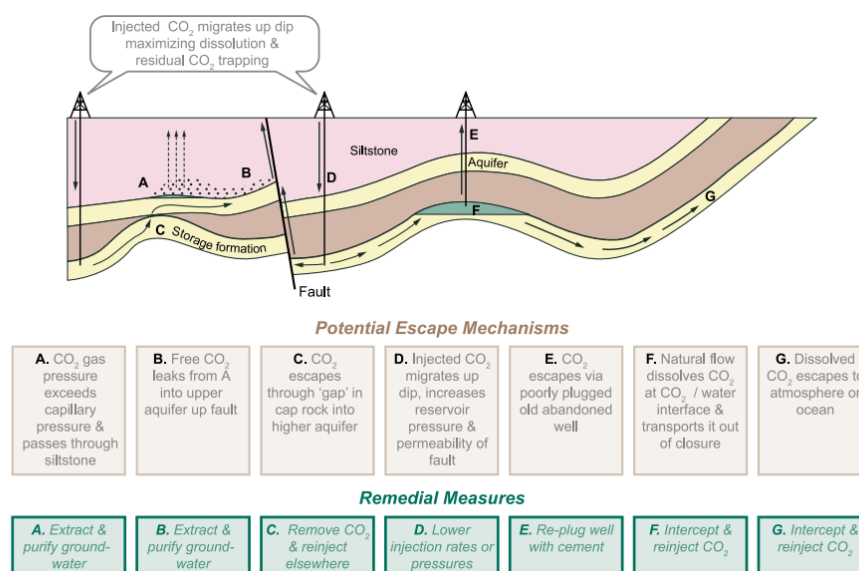


Figure 9: Voies de fuite potentielles et techniques de remédiation pour le CO<sub>2</sub> injecté dans des formations salines (Source : IPCC 2005<sup>37</sup>).

<sup>37</sup> IPCC 2005 Special report on carbon dioxide capture and storage [https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs\\_wholereport.pdf](https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_wholereport.pdf)

Les formations salifères, les gisements de pétrole ou de gaz et les roches basaltiques étant absentes au Luxembourg, la seule solution de stockage géologique de CO<sub>2</sub> serait la dissolution dans des eaux souterraines profondes. Pour cette technologie, on admet actuellement une profondeur minimale de 800 mètres sous la surface. Or, en raison de l'absence des ressources minérales intéressantes, le sous-sol luxembourgeois est très mal connu au-delà de 400 mètres de profondeur. À l'état actuel des connaissances, les conditions géologiques permettant un stockage géologique sûr à long terme ne seraient pas données au Luxembourg. Des études géologiques seront réalisées (Mesure 4.3) pour collecter davantage de données, et apprécier le potentiel théorique de stockage géologique de CO<sub>2</sub>.

Par ailleurs, vue l'interdiction de toute forme de stockage géologique sur le territoire luxembourgeois (loi du 27 août 2012), le stockage du CO<sub>2</sub> capté sur des sites industriels au Luxembourg est donc actuellement seulement possible dans des formations géologiques situées à l'étranger. La Commission européenne vise 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 (Espace Economique Européen), d'un atlas des investissements dans les sites potentiels de stockage de CO<sub>2</sub> à l'échelle de l'EEE. La plupart des sites potentiels de stockage géologique de CO<sub>2</sub> se trouvent dans la partie nord du continent européen, en particulier dans la région de la Mer du Nord<sup>38</sup>.

### 3.5. Projets CCUS & CDR opérationnels au monde et en Europe

Au niveau mondial, 50 installations de CCS sont opérationnelles avec une capacité totale de stockage d'environ 51 Mt de CO<sub>2</sub> par an, 44 installations sont en construction avec une capacité de 51 Mt CO<sub>2</sub> par an et 534 installations sont en développement (Global CCS Institut Report 2024<sup>39</sup>). Les États-Unis et le Canada sont en tête avec la moitié des parts de marché, suivi par le Brésil, l'Australie et la Chine. En Europe, des projets sont uniquement opérationnels en Norvège et Islande, bien qu'il y en ait d'autres qui sont en développement (Royaume-Uni, Pays-Bas, France, Grèce, ...).

Les coûts réels du captage, du transport et du stockage du carbone varieront considérablement en fonction de conditions spécifiques du procédé et du site, de l'évolution de la technologie, et des économies d'échelle réalisées par exemple grâce à des infrastructures partagées. L'outil interactif<sup>40</sup> développé par la CATF (Clean Air Task Force) donne un aperçu du coût du CCS en Europe et permet d'explorer différents scénarios et d'identifier les zones prioritaires pour l'infrastructure de transport.

Le marché CDR commence à se développer. Début 2025, l'Europe comptait 179 fournisseurs<sup>41</sup> de solutions CDR, les approches les plus représentées étant le Biochar, le DACCS, le BECCS et l'altération forcée des roches.

---

<sup>38</sup> European CO<sub>2</sub> storage database - European Commission [https://setis.ec.europa.eu/european-co2-storage-database\\_en](https://setis.ec.europa.eu/european-co2-storage-database_en) et <https://maps.europe-geology.eu/>

<sup>39</sup> Global CCS Institute, Global CCS Report 2024, [globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2024/11/Global-Status-Report-6-November.pdf](https://globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2024/11/Global-Status-Report-6-November.pdf)

<sup>40</sup> <https://www.catf.us/ccs-cost-tool/>

<sup>41</sup> <https://www.cdr.fyi/carbon-removal-map>

## 4. Mesures stratégiques/actions

### 4.1. Création d'un cadre légal clair au niveau national et européen

En l'absence d'un cadre réglementaire adéquat aux niveaux national et européen pour faire émerger, planifier, développer, réaliser et gérer des projets CCUS et BECCS, et notamment une infrastructure transfrontalière de CO<sub>2</sub>, il est proposé de participer à l'élaboration du cadre européen en vue de la préparation d'un cadre réglementaire national en matière de CCUS couvrant tous les éléments pertinents de la chaîne de valeur, dont l'infrastructure de transport de CO<sub>2</sub>, en exploitant les synergies potentielles avec les secteurs de l'hydrogène, du gaz et de l'électricité. Dans ce contexte, il s'agit aussi de prendre en compte les développements concernant les règles de comptabilisation et de certification du CO<sub>2</sub> capté et stocké ou utilisé.

De façon générale, il convient de créer des conditions favorables au développement de chaque élément des chaînes de valeur. Cela requiert une réglementation appropriée et un environnement propice aux investissements. Dans ce sens, le signal de prix du carbone dans le SEQUE de l'UE sera essentiel pour assurer la viabilité commerciale des projets.

Afin de créer les conditions juridiques pour permettre l'export du CO<sub>2</sub>, en vue du stockage sous-marin, les dispositions du Protocole de Londres et l'analyse de la Commission Européenne (voir Chapitre 2) seront approfondies et le cas échéant les démarches nécessaires auprès de l'OMI entreprises.

Le Luxembourg continuera à prendre une part active aux discussions européennes et se concentrera sur les priorités suivantes :

- Cadre légal réseau transport : Développement et régulation des infrastructures de CO<sub>2</sub> pour faciliter les échanges transfrontaliers et le commerce dans le marché intérieur en garantissant un accès transparent et non-discriminatoire
- Règles de comptabilisation et de certification du CO<sub>2</sub> capté et stocké ou utilisé cohérentes tant au niveau des solutions technologiques, que naturelles.
- Règles européennes en matière d'aides d'Etat, programmes de financement européens et mécanismes de financement qui devront permettre de supporter de manière adéquate la recherche dans le domaine, ainsi que la mise en œuvre à l'échelle de projets pilotes et de projets commerciaux du captage, du transport, de l'utilisation et du stockage du CO<sub>2</sub>.

Afin de pouvoir élaborer de manière adéquate le cadre réglementaire au niveau national, et de guider les choix stratégiques, il est clé de disposer des informations fondées sur les opportunités et potentiels. Dès lors, il est proposé d'étudier en détail les opportunités tout au long de la chaîne de valeur CCUS & CDR (voir Mesure 4.3). En fonction des résultats et pour s'assurer que les aspects environnementaux sont intégrés à un stade précoce de la planification et pour promouvoir des décisions durables, la planification d'un éventuel réseau de transport de CO<sub>2</sub> pourra faire l'objet d'une évaluation environnementale stratégique dans une phase ultérieure.

## 4.2. Coopération transfrontalière dans la région et au-delà

L'évolution de toute la chaîne de valeur CCUS est transfrontalière. Une coopération au niveau européen et international est clé. Il s'agira d'un axe prioritaire à développer par le Luxembourg.

Le Luxembourg suivra les initiatives européennes et participera aux plateformes de collaboration et de partage des connaissances au niveau européen, telles que le « Industrial Carbon Management Forum CCUS », le « Expert Group on the Geological Storage of Carbon Dioxide » et une nouvelle plateforme pour les projets industriels de CCUS proposée par la Commission européenne.

Au niveau international le Luxembourg continue à soutenir le Climate Club<sup>42</sup> et s'implique dans les échanges pour mettre en œuvre les nouvelles technologies de décarbonisation dans les marchés mondiaux.

En vue de la planification et du déploiement des infrastructures de transport du CO<sub>2</sub> vers les sites de stockage ou d'utilisation du carbone, une coopération et une coordination à l'échelle nationale, régionale et européenne sont indispensables. Il est proposé de :

- Explorer les alliances possibles avec les pays voisins (Benelux, Grande Région) et autres pays Européens en matière de transport, de stockage et d'utilisation du CO<sub>2</sub>;
  - o Analyser la pertinence d'établir un/des déclaration(s) et évaluer la nécessité d'établir un/des accord(s) ou arrangement(s) bilatéral(aux) permettant notamment le transport et le stockage transfrontaliers du CO<sub>2</sub>, comprenant également l'examen des aspects techniques, juridiques, de surveillance du CO<sub>2</sub> et de comptabilité concernant le transport et le stockage transfrontaliers du CO<sub>2</sub>.
- Déterminer des actions/positions communes à travers le groupe de travail CCUS au niveau de l'Union Benelux nouvellement créé sous la présidence luxembourgeoise en 2025.

---

<sup>42</sup> <https://climate-club.org/>

#### 4.3. Potentiel en recherche, développement, innovation et l'émergence d'une nouvelle filière technologique CCUS&CDR

Les nouvelles technologies CCUS et CDR pourraient également offrir des opportunités au Luxembourg pour développer son expertise dans l'émergence d'une nouvelle filière technologique. La chaîne de valeur des technologies CCUS nécessitera un large spectre de compétences allant de l'ingénierie du captage à la logistique du CO<sub>2</sub> et des solutions de réutilisation notamment en matière de carburants synthétiques répondant aux besoins de décarbonation du secteur aérien. Le développement de ces compétences i permettra de soutenir l'innovation et l'emploi dans les technologies propres.

Les nouvelles technologies CCUS et CDR offrent de multiples opportunités au Luxembourg pour développer son expertise dans le domaine de la recherche et l'innovation. La collaboration entre les instituts de recherche et l'industrie est encouragée.

Il est proposé d'établir une cartographie des capacités de recherche existantes dans le domaine (qui inclut comme élément central la Convention Cadre qui est en train d'être élaborée entre le MECB et l'Université de Luxembourg, à l'instar de la cartographie des capacités de recherche en matière de transition énergétique établie par Luxinnovation)<sup>43</sup>.

Dans une perspective d'une économie basée sur les données, les technologies CCUS/CDR seront incluses dans la construction de différents scénarios (Projet FNR NCER Data-Driven Energy Transition (D2ET)<sup>44</sup>) pour supporter les prises de décisions. À travers la simulation de différents scénarios les potentiels, les besoins, les impacts et les contraintes de différentes infrastructures énergétiques (et de CO<sub>2</sub>) pourront être évalués. Dans une potentielle phase II du projet à l'horizon 2028-2033, des scénarios plus évolués dans le domaine du CCUS/CDR pourraient être intégrés dans D2ET, selon les résultats achevés en phase I.

En particulier, en termes d'infrastructures de transport du CO<sub>2</sub>, toutes les options de transport (souterrain via pipelines, terrestre ou fluvial) sont à prendre en considération. Dans une approche de transport multimodal, une analyse est envisagée pour identifier en fonction des volumes de CO<sub>2</sub> capté les opportunités et contraintes techniques et économiques.

En ce qui concerne le stockage géologique, peu de données sont disponibles actuellement pour le Luxembourg sur le sous-sol dans les profondeurs nécessaires. Les seules formations géologiques du territoire luxembourgeois qui pourraient éventuellement présenter les caractéristiques nécessaires pour un stockage du CO<sub>2</sub> sont les aquifères salins du Trias inférieur (Buntsandstein) et du Permien. Ces formations se retrouvent à grande profondeur sous le sud du Luxembourg, mais n'ont jusqu'à présent pas été étudiées en détail. Une étude sismique a été récemment menée par le Service Géologique de l'Etat afin d'évaluer le potentiel géothermique de la région située entre Esch-sur-Alzette, Dudelange et Bettembourg, laisse supposer une géométrie intéressante de ces unités, mais une évaluation du potentiel de stockage nécessitera la réalisation de forages profonds. En vue de répondre aux exigences de rapportage de la Commission Européenne les résultats de l'étude seront exploités pour une première appréciation du potentiel théorique du stockage géologique de CO<sub>2</sub> dans cette région, tout en tenant compte de la protection de l'environnement et notamment des ressources en eau

---

<sup>43</sup> <https://luxinnovation.lu/fr-lu/news/study-of-luxembourg-energy-transition-research-capacities>

<sup>44</sup> Le projet D2ET vise à mettre en place une plateforme d'aide à la prise de décision sur la transition énergétique, en s'axant sur trois scénarios thématiques sur la période 2025-2028 (phase I), qui comprennent (i) le déploiement de pompes de chaleur et les réseaux de chauffage urbain, (ii) la sécurité d'approvisionnement d'énergie, et (iii) les communautés énergétiques. L'outil d'aide à la prise de décisions sera conçu sur base d'un modèle de données commun auquel pourront s'intégrer des modèles et des données liés aux technologies CCUS/CDR implémentés par des autres initiatives connectées.

souterraine. Dans l'affirmatif, il sera nécessaire d'examiner la possibilité de la coexistence entre l'énergie géothermique et le stockage du CO<sub>2</sub> ou, le cas échéant, faire un choix.

Bien que le potentiel d'utilisation du CO<sub>2</sub> à grande échelle au Luxembourg soit limité, certains cas d'applications du CO<sub>2</sub> pourraient être testés et développés. Basée sur l'expertise d'ingénierie et de recherche existante, le développement de la technologie de carburants synthétique, voire le développement de nouveaux matériaux durables pourrait être approfondie. Pour stimuler et inciter l'innovation et la recherche collaborative nationale et internationale dans le domaine, il est proposé d'évaluer la faisabilité de lancer un appel à projet RDI. Le secteur de la construction jouant un rôle important au Luxembourg, il est proposé d'approfondir la recherche<sup>45</sup> et d'initier de projets pilote visant l'utilisation du CO<sub>2</sub> dans ce domaine. En cas d'intérêt du secteur, un projet pilote pourrait être initié en étroite collaboration avec les acteurs privés et publics et potentiellement avec le soutien de Luxinnovation.

De plus, des opportunités RDI, existent aussi au niveau des solutions naturelles, par exemple au niveau du fonctionnement des puits de carbone, et au niveau de la création de spin-offs et de l'implantation de start-ups dans des domaines d'activités connexes au CCUS & CDR.

---

<sup>45</sup> C'est un des objectifs de la Convention Cadre qui est en train d'être élaborée entre le MECB et l'Université de Luxembourg



#### 4.4. Mise en œuvre de projets à l'échelle industrielle

La contribution des projets RDI et des projets pilotes est clé pour mettre en œuvre des projets CCUS et BECCS à l'échelle et développer l'écosystème luxembourgeois. L'écosystème évoluera en fonction des potentiels de captage, transport, utilisation et stockage, ainsi qu'en fonction du développement des marchés de carbone et du positionnement de la place financière (voir Mesure 4.5) au Luxembourg. L'écosystème luxembourgeois implique des acteurs privés et publics de divers secteurs : recherche, industrie, énergie, transport/logistique, financier, etc.

Il est proposé d'établir une cartographie spécifique des acteurs de l'écosystème national CCUS et CDR pour amorcer, développer et accélérer les activités.

Puisque toute installation industrielle a ses propres spécificités et exigences techniques et que les technologies de captage sont encore en développement, il n'est pas possible de simplement transposer des projets existants. En fait, une analyse à l'échelle de l'entreprise individuelle est nécessaire pour identifier la meilleure solution technologique. Dans le cadre de l'analyse des potentiels de décarbonation, le captage du CO<sub>2</sub> est à considérer comme option pour les émissions inévitables et les émissions biogéniques. Les entreprises concernées seront supportées dans leurs études de faisabilité technico-économique et leurs démarches :

- Soutien financier pour des services de conseil<sup>46</sup> couvrant les aspects techniques, économiques et environnementaux, études de faisabilité, spécifications techniques, etc. ;
- Assistance à la mise en relation au niveau européen, notamment avec des coordinateurs de projet et des plateformes de partage des connaissances, facilitant l'accès à l'expertise et aux solutions technologiques ;
- Guidance pour accéder aux aides nationales et européennes (voir Mesure 4.5);
- Assistance relative à la comptabilisation dans le SEQUE de l'UE ou dans d'autres systèmes internationaux ;
- Guidance lors des procédures d'autorisation. Afin de guider les porteurs de projets dans leurs démarches administratives liées aux autorisations nécessaires à leur réalisation une fiche donnant une d'une vision d'ensemble des procédures à appliquer pour des projets le long de la chaîne CCUS &CDR sera établi (à l'instar du manuel des procédures relatives à la réalisation de projets d'énergies renouvelables<sup>47</sup>).

Les projets développés à l'étranger avec une participation luxembourgeoise seront soutenus pour chercher une exploitation du potentiel de décarbonation à coût optimal.

---

<sup>46</sup> Fit4Sustainability et [Pdl 8386](#) Art. 12. Aide aux études et aux services de conseil sur des questions liées à la protection de l'environnement et à l'énergie, respectivement Art. 14 de la loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement

<sup>47</sup> [https://klima-agence.lu/fr/manuel\\_autorisation\\_energies\\_renouvelables](https://klima-agence.lu/fr/manuel_autorisation_energies_renouvelables)

#### 4.5. Mise en œuvre de projets basés sur la nature

A côté du potentiel technologique, la mise en œuvre de projets de protection ou d'amélioration des puits de carbone naturels pourra se faire par les pouvoirs publics sur les surfaces publics (p.ex. administration de la nature et des forêts) et le soutien des propriétaires fonciers privés et/ou exploitants agricoles des terres. Outre leur impact positif sur la capacité de séquestration du carbone des différents éléments de la surface terrestre, ces projets ont également des effets positifs sur d'autres services écosystémiques, tels que la préservation de la biodiversité, l'amélioration des sols ou la capacité de rétention d'eau.

Différentes mesures sont prévues dans le PNEC<sup>48</sup> dans le domaine forestier et de l'agriculture. D'autre part, des incitations financières ont été mises en place pour les forêts privées, propriétaires fonciers privés du milieu urbain tout comme pour les surfaces agricoles, par le biais d'aides publiques. Le Klimabonus Bësch incite les propriétaires forestiers privés à entretenir leurs parcelles forestières selon les principes de la sylviculture durable, alors que d'autres mesures financées tant au niveau européen que national, incitent les agriculteurs à exploiter leurs terres de manière à pérenniser ou augmenter les stocks permettant de séquestrer de carbone organique dans les différents compartiments naturels. Comme par exemple, la création de surfaces agroforestières, le maintien et la conversion à l'agriculture biologique, la transformation de terres arables en prairies permanentes, ainsi que l'installation des surfaces/bandes non-productives. Les aides visent à adapter les pratiques agricoles sur les terres exploitées ou inexploitées en payant une compensation pour les coûts additionnels encourus ou les pertes par la mise en œuvre de la pratique (p.ex. achat de machinerie).

Quatre autres mesures en milieu urbain et zones humides ne sont pas encore mises en œuvre, mais le soutien financier à la remise en eau de sols autrefois humides est déjà bien avancé dans les travaux législatifs.

Pour l'identification du potentiel des solutions basées sur la nature dans le contexte de cette stratégie, il est recommandé d'engager, en prenant en compte les travaux déjà réalisés, une étude afin de réaliser un exercice de cartographie des capacités de l'agrostockage de carbone (à court et à long terme) et des différents flux de carbone dans le but d'identifier les activités à caractère plus permanente dans la filière des solutions basées sur la nature qui sont les plus évolutives au Luxembourg. Lors d'une estimation du potentiel des mesures basées sur la nature ou d'un recensement des résultats achevés différents aspects sont à prendre en considération et défis à relever. Ces défis réfèrent aux potentielles conflits d'objectifs ou une mesure pourrait créer un impact positif sur une domaine, un impact négatif sur une autre, au foncier disponible limité ce qui continue de réduire l'impact théorique des mesures déployées, à la pertinence de la séquestration, sachant que le carbone stocké dans le sol est le résultat d'un équilibre entre accroissement et dégradation de la matière organique, aux risques de double-comptage/double financement entre instruments, au potentiel de stockage limité dans la domaine de l'agriculture et à la complexité d'un système de comptage et de certification pour les agriculteurs concernés.

---

<sup>48</sup> <https://gouvernement.lu/fr/dossiers/2023/2023-pnec.html> : Mesures 802-804, 808, 810-818

#### 4.6. Financement de projets et opportunités potentielles pour la place financière

Des instruments de financement, de garanties et de risque seront nécessaires au niveau national et au niveau de l'UE pour faciliter les investissements tout au long de la chaîne de valeur CCUS. Il est à différencier entre le financement privé, le financement public (aides étatiques, fonds de recherche), ou des mécanisme hybrides (de-risking, garanties).

Plusieurs mécanismes existent déjà pour encourager les investissements dans la CCUS et la CDR. Au niveau de l'UE, le SEQUE fixe un prix pour les émissions de carbone et les entités concernées peuvent réduire leurs besoins en quotas en capturant et en stockant le carbone. Le CBAM crée des conditions de concurrence équitables en exigeant, à partir de 2026, que les importateurs de certains biens à forte intensité de carbone achètent et restituent des certificats dont le coût est fixé au prix du SEQUE. En 2027, l'ETS 2 entrera en vigueur et étendra la couverture de l'ETS aux secteurs du bâtiment, du transport routier et de la petite industrie. Outre ces mécanismes de tarification et de demande induite au niveau de l'UE, il y a une tarification carbone luxembourgeoise appliquée à tous les produits énergétiques, sauf l'électricité. Elle a été introduite en 2021 à un prix de 20 euros par tonne de CO<sub>2</sub>. Ce prix a augmenté chaque année de 5 euros par tonne de CO<sub>2</sub> pour atteindre 40 euros par tonne en 2025.

#### Carbon finance

Les entités peuvent financer leurs investissements dans des solutions CCUS ou CDR en cherchant une compensation sur les marchés du carbone. Les marchés CO<sub>2</sub> sont internationaux, mais encore peu connecté et qu'il y a de grandes différences au niveau de vitesse, qualité, attentes des stakeholders, et les profils des offreurs et demandeurs. Trois cas sont présentés dans la Figure 10: participer au système d'échange de quotas d'émission de l'UE, éviter le paiement de taxes sur le carbone si une entité y est soumise, et créer un crédit carbone ou une compensation dans le cadre d'une norme approuvée, si l'additionnalité peut être démontrée. Sous certaines conditions, chaque cas serait investissable du point de vue du financement privé et permettrait aux entités de faire appel au financement privé pour leurs besoins d'investissement (Figure 11)

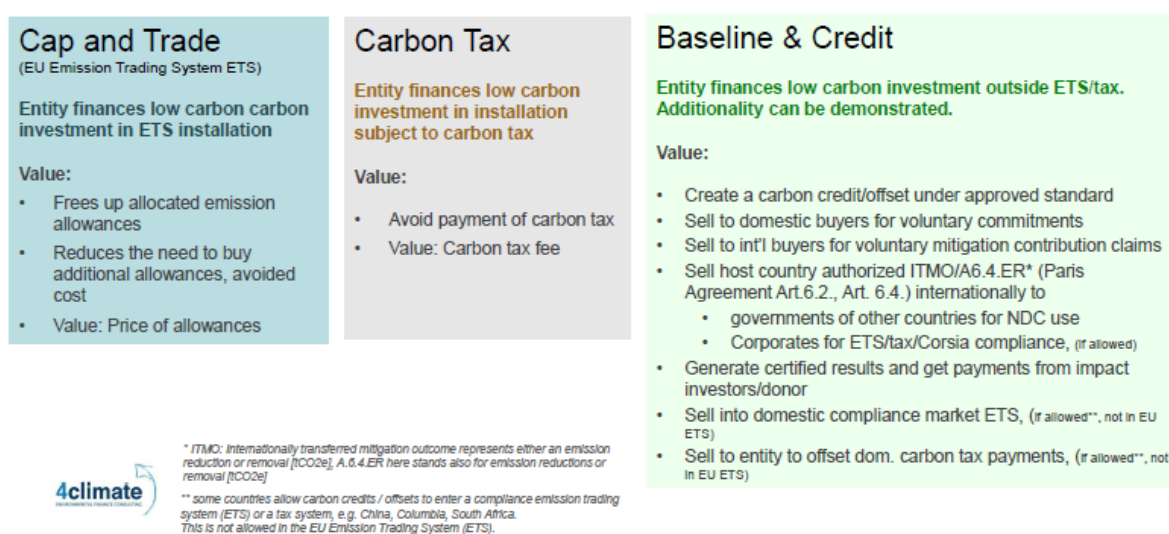


Figure 10 Les différents types de "carbon pricing" pour obtenir des financements privés. Source : 4climate

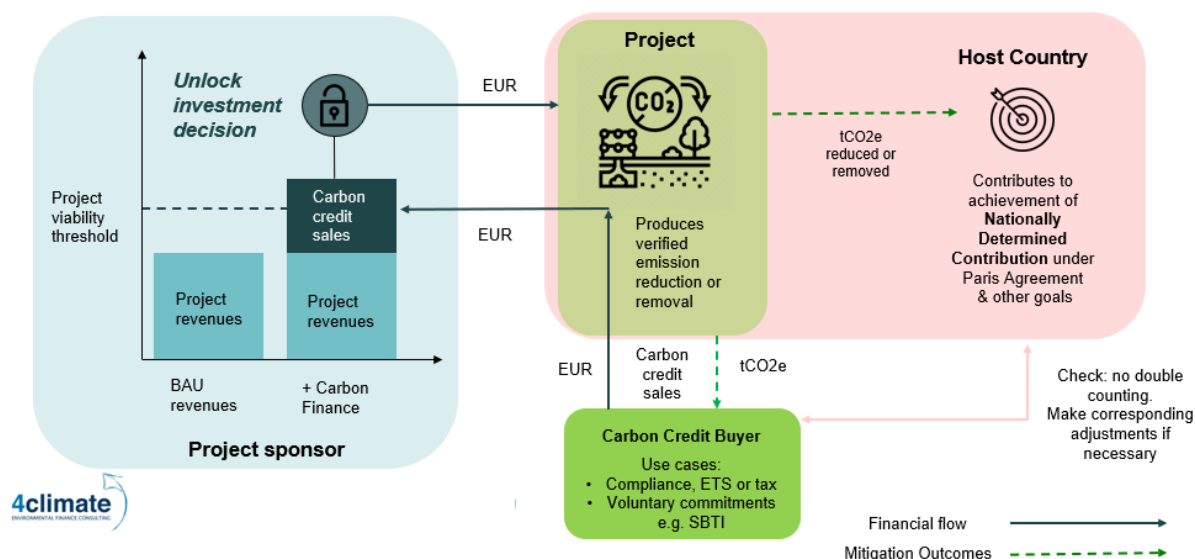


Figure 11 Les marchés du carbone peuvent canaliser les capitaux privés vers des projets de réduction et d'élimination des émissions dans les pays. Source: 4climate

Les entités pourraient également bénéficier des investissements effectués par des fonds d'investissements, en l'occurrence des Fonds européen d'investissement à long terme (« European long-term investment fund », ELTIF). L'ELTIF est un régime paneuropéen pour les fonds d'investissement alternatifs (AIF) qui canalisent les capitaux qu'ils lèvent vers des investissements à long terme dans l'économie réelle. La possibilité de financer le CCS par des obligations GSS<sup>49</sup> pourrait être examinée.

Il est proposé d'identifier et d'évaluer en détail et en concertation avec les acteurs principaux les opportunités potentielles pour la place financière à travers une étude.

### Aides d'État

En matière d'aides d'État, les lignes directrices concernant les aides d'État au climat, à la protection de l'environnement et à l'énergie (CEEAG), et le règlement général d'exemption par catégorie (RGEC) contiennent des conditions dans lesquelles les aides d'État en faveur des technologies CCUS sont autorisées.

- Se basant sur le RGEC, le [PdL 8386](#) prévoit déjà au niveau national des aides aux investissements dans le captage et le transport de CO<sub>2</sub> (Art. 5). Pour les projets de captage et de transport de CO<sub>2</sub>, l'aide à l'investissement sera octroyée uniquement dans le cadre d'une procédure d'appel à projets ou de mise en concurrence organisée par le ministre, et les conditions suivantes doivent être satisfaites : le captage ou le transport du CO<sub>2</sub>, y compris des éléments individuels de la chaîne CCS ou CCU, sont intégrés dans une chaîne CCS ou CCU complète ; la valeur actuelle nette du projet d'investissement sur sa durée de vie est négative. Pour les infrastructures de CO<sub>2</sub> (Art. 11), une aide à l'investissement peut être octroyée dans le cadre d'une procédure d'appel à projets. Une aide peut également être octroyée pour les études de faisabilités technico-économiques en amont d'un projet d'investissement (Art. 12).
- Les lignes directrices concernant les aides d'État au climat, à la protection de l'environnement et à l'énergie pour 2022 (CEEAG) posent le cadre pour les aides aux technologies CCUS sous la forme de contrats d'écart compensatoire appliqués au carbone (« carbon contracts for

<sup>49</sup> Green, Social, Sustainability and Sustainability-Linked Bonds

*difference* » CfD en anglais) (Art. 4.1). Ces aides à la réduction des émissions de gaz à effet de serre devraient généralement être accordées au moyen d'une procédure de mise en concurrence, à l'exception par exemple si l'offre potentielle ou le nombre de soumissionnaires potentiels sont insuffisants pour garantir la concurrence.

- L'ébauche du CISAF (Clean Industrial Deal State Aid framework) pose un cadre simplifié pour certaines aides au déploiement de la décarbonation industrielle sous certaines conditions. En l'occurrence pour les projets couvrant des investissements dans des équipements de capture du carbone il faut qu'ils soient, dès leur entrée en service : a) raccordé à un projet de stockage stratégique net zéro de CO<sub>2</sub> conformément au règlement (CE) n° 2024/1735 ou à une autre chaîne complète de captage et b) permettent d'éviter des émissions directes de gaz à effet de serre en tenant compte de l'ensemble de la chaîne de piégeage et de stockage du carbone ou d'utilisation du carbone.

Il est proposé d'identifier dans une étude, en échange étroit avec les acteurs concernés et en accord avec le cadre des aides étatiques européen, les options/instruments financiers les plus appropriés pour soutenir des projets CCUS et CDR au Luxembourg, y compris la pertinence d'introduire :

- des aides sous la forme de CfD pouvant faciliter la réalisation de projets CCUS;
- un mécanisme national de préfinancement ou de partage de risque pour soutenir des investissements initiaux pour les infrastructures de transport de CO<sub>2</sub>.

Au niveau de l'UE, le Fonds pour l'innovation constitue un des principaux instruments. Jusqu'à présent 16 projets CCUS ont été co-financés avec une contribution de l'EU de ~1.7 milliards €<sup>50</sup>. Dans le « Clean Industrial Deal » il est proposé d'établir une « Industrial decarbonisation bank » pour supporter les projets de décarbonisation. Les programmes européens seront d'avantage promus au niveau national à travers Luxinnovation qui dans son rôle de point de contact national conseille et accompagne les entreprises dans leurs démarches.

Dans le cadre du règlement TEN-E des projets d'infrastructure à caractère transfrontalier peuvent soumettre une demande à être certifié « projet d'intérêt commun (PIC) ». Une telle certification permet des procédures d'autorisations plus rapides et l'accès à des fonds européens.

La Banque européenne d'investissement (BEI) soutient activement les technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (CCUS) dans le cadre de ses initiatives plus larges en faveur de l'action climatique à travers ses différentes activités. La BEI apporte par exemple son soutien au Fonds pour l'innovation par le biais de l'assistance au développement de projets (ADP). L'ADP offre un appui personnalisé à des projets sélectionnés afin de renforcer leur maturité en vue des prochains appels à manifestations d'intérêt du Fonds pour l'innovation. Cette assistance est fournie aux projets qui n'obtiennent pas de subventions du Fonds à la suite de leur évaluation ; elle est disponible pour les projets de petite, moyenne et grande dimension.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Innovation fund project portfolio

[https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs\\_digit\\_dashboard\\_mt/public/sense/app/6e4815c8-1f4c-4664-b9ca-8454f77d758d/sheet/bac47ac8-b5c7-4cd1-87ad-9f8d6d238eae/state/analysis](https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs_digit_dashboard_mt/public/sense/app/6e4815c8-1f4c-4664-b9ca-8454f77d758d/sheet/bac47ac8-b5c7-4cd1-87ad-9f8d6d238eae/state/analysis)

<sup>51</sup> Assistance au développement de projets BEI <https://www.eib.org/fr/products/mandates-partnerships/innovation-fund/index>

#### 4.7. Gouvernance

Il est proposé de mettre en place une plateforme nationale (« Taskforce CCUS&CDR ») pour fédérer et coordonner toutes les parties prenantes privées et publiques :

- Entreprises concernées par le captage de leurs émissions de CO<sub>2</sub> ;
- Acteurs pouvant faciliter le déploiement des technologies CCUS, y compris les acteurs de la recherche publique ;
- Autorités publiques.

Un comité de pilotage permanent avec des représentants des différents ministères concernés et intéressés sera constitué et se réunira en principe trimestriellement pour suivre les avancements dans l'implémentation, identifier les obstacles éventuels, mandater les études nécessaires comme support décisionnel et proposera le cas échéant des mises à jour du présent cadre d'action. Le comité de pilotage veillera à ce qu'il ait une coordination et cohérence au niveau des différentes stratégies et cadres connexes, et met à disposition les informations nécessaires pour les campagnes de sensibilisation des citoyens.

La Taskforce CCUS&CDR sert de plateforme pour recueillir le retour d'information et servir de base aux discussions aux niveaux national, européen et international. Un échange étroit avec les autres groupes de travail/d'experts nationaux et internationaux liés sera garanti. Une sous-division par thèmes : captage, transport, utilisation, stockage, marché carbone, etc..