



AFEN

Association Française
pour les Émissions Négatives

Guide d'Achat

Pour l'élimination du carbone,
à l'usage des entreprises (par l'AFEN)



Table des Matières

I. Introduction : le rôle de l'élimination du carbone (EDC) dans la lutte contre le changement climatique	<u>9</u>
1. Qu'est-ce que l'EDC et pourquoi est-elle cruciale ?	<u>9</u>
<i>Définition et portée de l'EDC</i>	<u>9</u>
<i>Le rôle de l'EDC dans les scénarios de neutralité carbone</i>	<u>9</u>
<i>Un Marché en croissance</i>	<u>10</u>
2. Garantir des crédits EDC de haute qualité : le rôle des principes fondamentaux	<u>10</u>
<i>Le principe du "Like-for-Like Removal"</i>	<u>10</u>
<i>Pourquoi est-ce crucial ?</i>	<u>11</u>
II. État des lieux de l'EDC : méthodes et marché	<u>12</u>
1. Aperçu des principales méthodes	<u>12</u>
2. Croissance du marché et tendances futures	<u>14</u>
<i>Une dynamique globale portée par des engagements climatiques</i>	<u>14</u>
<i>Investissements croissants et innovations technologiques</i>	<u>15</u>
<i>Marchés volontaires</i>	<u>15</u>
<i>Marchés réglementaires: évolution vers l'intégration des émissions négatives</i>	<u>15</u>
III. Opportunités et risques liés à l'EDC	<u>17</u>
1. Pourquoi les entreprises doivent investir dans l'EDC dès maintenant	<u>17</u>
<i>Investir dans l'EDC sera une nécessité pour les entreprises</i>	<u>17</u>
<i>Les réglementations européennes commencent à prendre forme sur l'EDC et pourront devenir contraignantes</i>	<u>18</u>
<i>Créer l'offre future en réduisant les coûts</i>	<u>19</u>
<i>Verrouiller les prix et l'approvisionnement</i>	<u>20</u>
<i>Renforcer la réputation et le leadership climatique</i>	<u>21</u>
<i>Se positionner en tant que leader</i>	<u>21</u>
<i>Visibilité accrue et avantages compétitifs</i>	<u>21</u>
2. Les risques pour les entreprises qui n'investissent pas	<u>21</u>
<i>Risques d'approvisionnement futur</i>	<u>21</u>
<i>Capacité insuffisante et goulots d'étranglement futurs</i>	<u>21</u>
<i>Concurrence accrue</i>	<u>22</u>
<i>Risques financiers</i>	<u>23</u>
<i>Risques de réputation</i>	<u>23</u>
<i>Accusations de greenwashing</i>	<u>23</u>
<i>Retard par rapport aux concurrents</i>	<u>23</u>

<i>Risques réglementaires</i>	<u>23</u>
Incapacité à se conformer aux normes futures	<u>23</u>
Manque de flexibilité stratégique	<u>24</u>
<i>Perte d'influence sur le développement du marché</i>	<u>24</u>
Problème du passager clandestin	<u>24</u>
Dépendance aux décisions d'autres acteurs	<u>24</u>
IV. Feuille de route pratique pour les entreprises	<u>25</u>
Étape 1 : Diagnostiquer la situation actuelle	<u>26</u>
<i>Évaluer les émissions résiduelles</i>	<u>26</u>
<i>Aligner sur les engagements climatiques</i>	<u>27</u>
Étape 2 : Construire une stratégie efficace	<u>27</u>
<i>Élaborer une stratégie climatique globale</i>	<u>27</u>
<i>Déterminer un budget</i>	<u>29</u>
<i>Avantages du modèle :</i>	<u>30</u>
Étape 3 : Définir des critères de sélection des crédits	<u>30</u>
<i>Critères impératifs</i>	<u>30</u>
<i>Critères critiques</i>	<u>31</u>
<i>Critères additionnels</i>	<u>31</u>
Étape 4 : Identifier et acheter des crédits carbone	<u>31</u>
<i>Identifier les projets alignés</i>	<u>32</u>
<i>Établir des contrats à long terme</i>	<u>33</u>
<i>Rejoindre des unions d'acheteurs (buyers' clubs)</i>	<u>33</u>
Étape 5 : Mise en œuvre, reporting et évaluation	<u>33</u>
<i>Mise en œuvre et optimisation</i>	<u>34</u>
<i>Rapporter de manière transparente</i>	<u>34</u>
V. Études de cas et meilleures pratiques	<u>37</u>
1. Immaturité et fragmentation du marché	<u>37</u>
2. Coûts élevés des solutions technologiques	<u>38</u>
3. Faible transparence et suivi post-achat	<u>39</u>
4. Risques opérationnels et environnementaux	<u>39</u>
5. Sensibilisation et renforcement des capacités	<u>39</u>
Sources	<u>40</u>
Annexes	<u>45</u>

Avant-propos

Fondée en 2024, l'Association Française pour les Émissions Négatives ([AFEN](#)) regroupe déjà près de 50 membres, incluant des start-ups innovantes, des grands groupes, des institutions publiques, des entreprises industrielles, et des organisations non gouvernementales. Cette diversité d'acteurs reflète la volonté de construire un écosystème collaboratif autour de l'élimination du dioxyde de carbone (EDC), une pierre angulaire dans la lutte contre le changement climatique. L'AFEN œuvre pour une EDC basée sur des principes scientifiques rigoureux, garantissant la permanence, la mesurabilité et la vérifiabilité des projets. Par conséquent, l'un des rôles clés de l'AFEN est de fournir aux entreprises et décideurs les outils nécessaires pour effectuer des choix éclairés lors de l'achat de crédits d'EDC.

Après une [croissance exponentielle](#) depuis 2020, le marché de l'EDC a vu émerger un large éventail de retours d'expérience et une implication croissante d'entreprises de tailles et de secteurs variés.

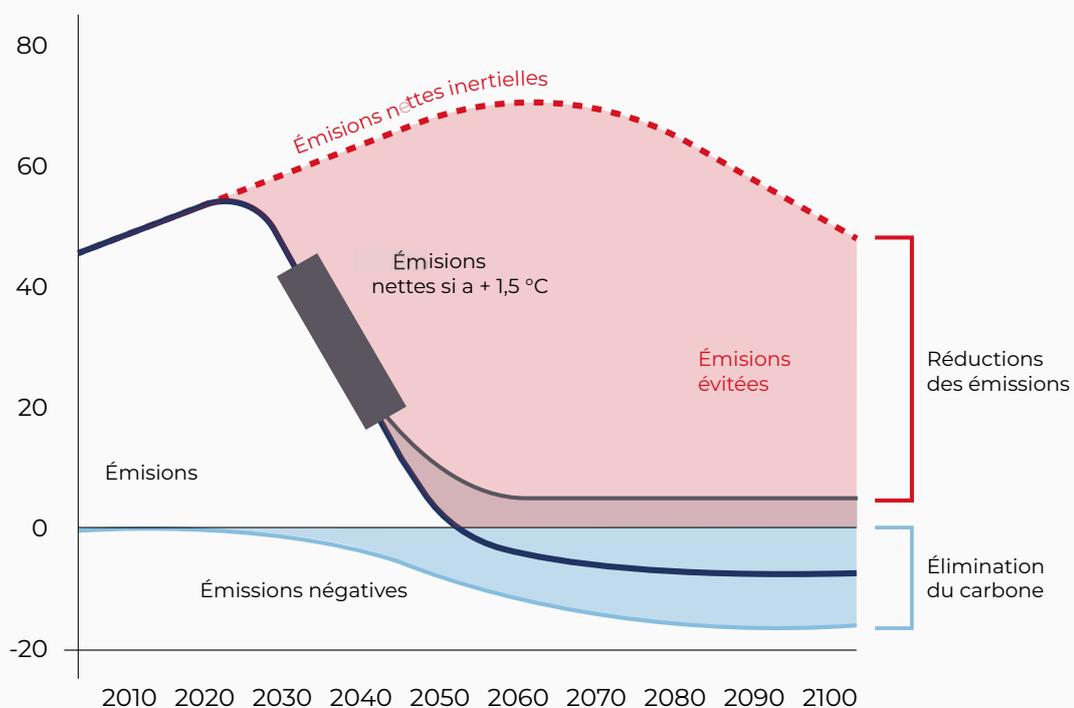
Toutefois, toutes ces organisations ne disposent pas nécessairement des ressources internes, telles qu'un département RSE structuré, pour développer et interpréter elles-mêmes les cadres et méthodologies nécessaires à une intégration stratégique de l'EDC. Dans ce contexte, le rôle de l'AFEN est aujourd'hui essentiel : analyser les avancées du marché, identifier les enjeux et opportunités, et rendre accessible à tous une compréhension claire des actions possibles, des écueils à éviter, et des meilleures pratiques à adopter.

Ce guide se propose ainsi de dresser un portrait structuré du marché de l'EDC, de démontrer pourquoi les entreprises doivent dès maintenant s'y intéresser et s'engager, et de fournir des recommandations concrètes. En s'appuyant sur les données et tendances actuelles, il offre un cadre pratique pour naviguer efficacement dans ce marché en pleine évolution, tout en éclairant les décisions stratégiques par des informations fiables et des analyses approfondies.

Résumé Exécutif : Guide d'Achat pour l'Élimination du Carbone (EDC)

L'élimination du dioxyde de carbone (EDC) est une solution essentielle pour atteindre les objectifs de neutralité carbone face aux émissions résiduelles des secteurs difficiles à décarboner, tels que l'industrie lourde, le transport maritime et l'aviation. L'EDC désigne l'ensemble des techniques qui retirent le CO₂ de l'atmosphère et le stockent durablement, permettant de compenser les émissions résiduelles et d'atteindre un bilan carbone net-négatif. Face à l'urgence climatique, son rôle est plus crucial que jamais, notamment dans les scénarios où les réductions d'émissions seules ne suffiront pas. Le marché de l'EDC connaît une croissance rapide, mais ses capacités doivent être renforcées pour répondre aux besoins futurs. Ce guide présente les enjeux stratégiques pour les entreprises et les étapes pratiques pour intégrer l'EDC dans leurs stratégies climatiques.

Le rôle de l'EDC dans les scénarios de neutralité carbone



Sources : GIEC, PNUE, World Resources Institute

L'importance de l'EDC dans la stratégie climatique des entreprises

L'EDC est incontournable pour répondre à la demande croissante de solutions de compensation, en particulier pour les émissions résiduelles des secteurs industriels et énergétiques. Selon le GIEC, d'ici 2050, environ 10 % des émissions mondiales devront être compensées par des technologies d'EDC. À l'échelle européenne, des objectifs ambitieux sont fixés, visant à compenser 400 millions de tonnes d'émissions résiduelles d'ici 2050, ouvrant ainsi un marché d'une valeur de plusieurs dizaines de milliards d'euros. Les entreprises doivent agir dès maintenant pour sécuriser leur approvisionnement en crédits d'EDC avant que les prix ne s'augmentent significativement et que la concurrence sur le marché ne devienne trop forte.

Opportunités et risques

Opportunités :

- **Nécessité d'investir dès maintenant** pour compenser les émissions résiduelles des secteurs difficiles à décarboner (aviation, industries lourdes).
- **EDC pour toute la chaîne de valeur**, en assurant la permanence des éliminations (ex : biochar).
- **Réglementation européenne** en développement (Cadre CRCF, directive sur les allégations écologiques).
- **Réduction des coûts** par industrialisation, avec un impact similaire au solaire photovoltaïque.
- **Avantages stratégiques** : contrats à long terme pour sécuriser l'approvisionnement et des prix compétitifs.

Risques :

- **Risque d'approvisionnement** : La demande dépassera l'offre en 2030, créant des tensions.
- **Concurrence accrue** sur un marché limité pour les retardataires.
- **Coûts financiers élevés** pour les entreprises en retard.
- **Risque de réputation** : accusations de greenwashing si l'EDC est ignoré.
- **Risques réglementaires** : amendes ou coûts élevés pour les entreprises non conformes aux normes futures.
- **Perte de flexibilité stratégique** : décisions coûteuses face à des régulations imprévues.

Investir dans l'EDC présente plusieurs avantages stratégiques pour les entreprises. Ne pas agir rapidement expose les entreprises à plusieurs risques.

Feuille de route pratique pour l'intégration de l'EDC

Le guide propose une feuille de route en cinq étapes pour aider les entreprises à intégrer l'EDC dans leur stratégie climatique :

1. Diagnostiquer la situation actuelle :

- Évaluer les émissions résiduelles après les efforts de réduction, en se basant sur des standards scientifiques comme la Science-Based Targets Initiative (SBTi).
- Aligner les objectifs climatiques de l'entreprise sur les standards internationaux, en déterminant les émissions résiduelles à compenser.

2. Construire une stratégie climatique efficace :

- Définir un objectif de neutralité carbone avec un calendrier et une hiérarchie de réduction des émissions avant de recourir à l'EDC.
- Mettre en place un budget carbone avec un prix interne évolutif, qui tienne compte des hausses futures du coût des crédits.

3. Sélectionner les crédits d'EDC :

- Choisir des crédits basés sur des critères stricts : net-négativité, additionnalité (les crédits doivent financer des projets qui n'auraient pas eu lieu sans ce financement), durabilité et traçabilité.
- Favoriser les projets qui offrent une séquestration de carbone à long terme et ont des bénéfices supplémentaires pour les territoires.

4. Acheter des crédits d'EDC :

- Identifier des projets évolutifs qui respectent les critères définis et qui ont un fort potentiel de compensation.
- S'engager dans des contrats à long terme (offtake agreements) pour garantir des volumes futurs à prix compétitifs et sécuriser l'approvisionnement.

5. Mise en œuvre, reporting et évaluation :

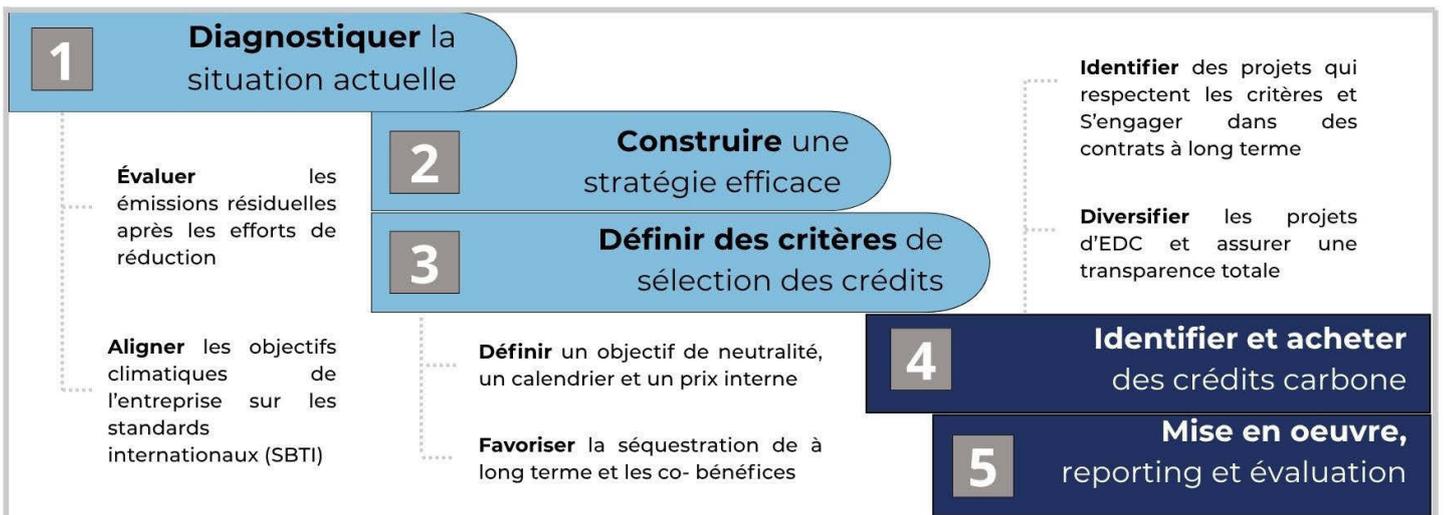
- Diversifier les projets d'EDC pour répartir les risques et maximiser l'impact environnemental.
- Assurer une transparence totale en rapportant de manière claire les volumes de CO₂ compensés et les impacts sociaux et environnementaux des projets soutenus.

Les entreprises qui s'engagent tôt dans l'EDC auront un avantage stratégique important, non seulement en sécurisant des crédits à des prix compétitifs, mais aussi en contribuant à l'industrialisation des solutions d'EDC. Cette approche proactive renforcera leur crédibilité en matière de durabilité, tout en les positionnant comme des leaders climatiques dans un marché en pleine expansion.

FEUILLE DE ROUTE POUR UNE STRATÉGIE D'EDC

Court terme

Moyen et long terme



I. Introduction : le rôle de l'élimination du carbone (EDC) dans la lutte contre le changement climatique

1. Qu'est-ce que l'EDC et pourquoi est-elle cruciale ?

Définition et portée de l'EDC

L'EDC regroupe des techniques visant à retirer le CO₂ de l'atmosphère pour le stocker durablement dans des réservoirs géologiques, terrestres, océaniques ou dans des produits industriels. Les [méthodes de réduction](#) d'émissions permettent de limiter la quantité de CO₂ rejetée dans l'atmosphère. Les méthodes d'EDC [sont](#) quant à elles un « ensemble d'activités humaines visant à retirer du CO₂ de l'atmosphère et à le stocker durablement dans des réservoirs géologiques, terrestres ou océaniques, ou dans des produits ». Elles permettent de générer des "émissions négatives", indispensables pour neutraliser les émissions résiduelles et, à terme, atteindre un bilan net négatif.

Cette nécessité est particulièrement soulignée dans [l'Accord de Paris \(2015\)](#), qui fixe des objectifs juridiquement contraignants pour limiter le réchauffement global à 1,5 °C ou 2 °C. Cependant, avec des émissions mondiales de CO₂ dépassant 40 Gt en 2023 et continuant de croître (+2 % par an), il est clair que les seules réductions d'émissions ne suffiront pas. L'EDC devient alors une composante incontournable des scénarios climatiques.

Le rôle de l'EDC dans les scénarios de neutralité carbone

Les objectifs de neutralité carbone visent un équilibre entre les émissions produites et celles absorbées. L'EDC joue un rôle fondamental dans cet équilibre, comme le [souligne le GIEC dans son Sixième Rapport d'Évaluation](#) :

- 1. Neutraliser les émissions résiduelles :** En 2050, près de 10 % des émissions mondiales – issues de secteurs difficiles à décarboner tels que le ciment et l'acier – devront être compensées par l'EDC.
- 2. Réduire les dépassements climatiques :** Si le réchauffement mondial dépasse temporairement 1,5 °C, l'EDC sera cruciale pour ramener les températures à des niveaux sûrs.
- 3. Corriger les excès historiques :** En phase de "net-négativité", l'EDC permettra de corriger les excès historiques de CO₂ atmosphérique, contribuant ainsi à la stabilisation climatique à long terme.

Les scénarios climatiques évalués par le GIEC [prévoient](#) que l'EDC compensera entre 100 et 1000 Gt de CO₂ au cours du 21^e siècle. Selon "[The State of CDR](#)", son déploiement devrait atteindre 7 à 9 GtCO₂ par an d'ici 2050, mais il existe encore un "creux de déploiement" important, avec des besoins estimés à 0,9-2,8 GtCO₂/an non couverts d'ici 2030.

Un Marché en croissance

Le marché de l'EDC est en pleine [expansion](#), avec des volumes échangés qui sont passés de 600 kt en 2022 à une projection de 7 millions de tonnes en 2024. À l'échelle mondiale, il [pourrait atteindre](#) une valeur de 135 milliards de dollars d'ici 2040. L'Europe est particulièrement bien positionnée, avec [une ambition](#) de compenser 400 millions de tonnes d'émissions résiduelles par l'EDC d'ici 2050, soit un marché de plusieurs dizaines de milliards d'euros.

2. Garantir des crédits EDC de haute qualité : le rôle des principes fondamentaux

Pour permettre un achat éclairé et garantir l'intégrité environnementale, économique et sociale des projets, l'AFEN promeut des principes solides pour l'EDC. Carbon Gap, partenaire de l'AFEN, [a défini des cadres essentiels](#), notamment le principe du "like-for-like removal", qui est crucial pour éviter les pratiques à faible intégrité et les stratégies de dissuasion de la réduction des émissions.

Le principe du "Like-for-Like Removal"

Le principe du "like-for-like removal" repose sur l'idée que le type de stockage de CO₂ doit correspondre au type d'émissions qu'il neutralise, à la fois en termes de durée et d'impact climatique. Il distingue notamment les émissions fossiles, issues de réservoirs géologiques stables, des émissions biogéniques, plus courtes dans le cycle carbone.

Principes clés :

- 1. Émissions fossiles et stockage permanent :** le CO₂ issu des combustibles fossiles doit être capté et stocké de manière permanente, dans des réservoirs géologiques ou des minéraux stables. Par exemple, les émissions fossiles ne peuvent pas être compensées par des solutions d'élimination peu durables (comme en plantant des arbres), car ce type de stockage est temporaire et vulnérable aux perturbations.
- 2. Émissions biogéniques et réservoirs temporaires :** les émissions provenant de la biosphère (forêts, sols) peuvent être compensées par des actions similaires, comme la reforestation ou l'amélioration des sols, tant que leur durée de stockage correspond à celle des émissions compensées.

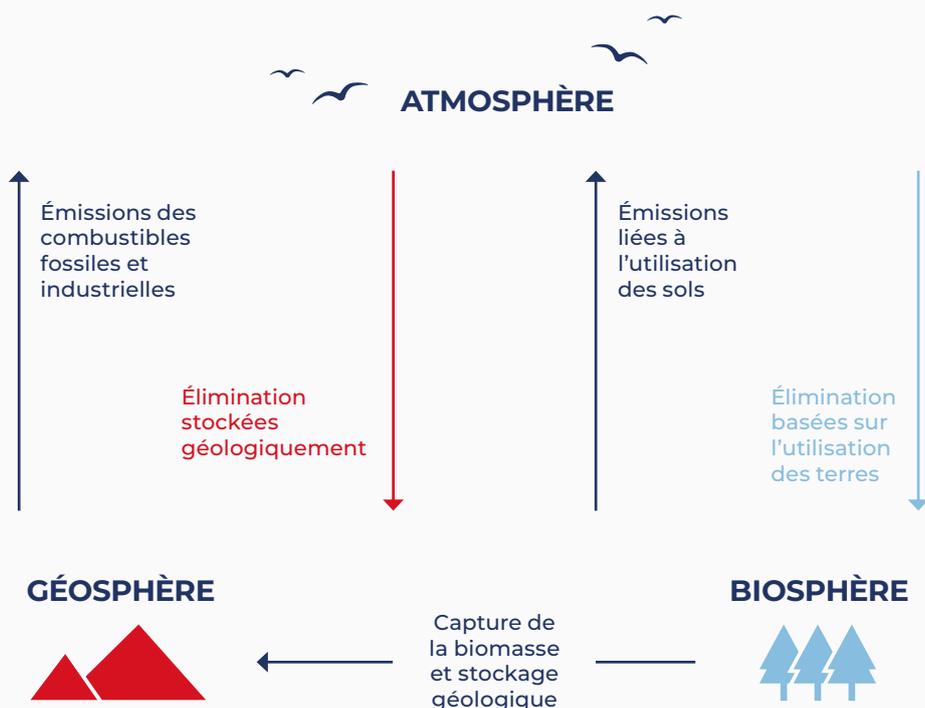
Pourquoi est-ce crucial ?

- **Éviter les stratégies de basse intégrité** : une entreprise pourrait chercher à qualifier la majorité de ses émissions fossiles comme “résiduelles” et les compenser par des solutions temporaires, ce qui compromet la transition vers une neutralité durable.
- **Élimination temporaire moins chère** : Les coûts élevés des solutions à haute permanence incitent souvent les entreprises à privilégier des options moins chères mais à faible durabilité. Cette approche ne garantit pas un véritable équilibre climatique, car elle ne reflète pas les effets à long terme des émissions résiduelles. Ces investissements risquent de détourner les ressources nécessaires pour développer des technologies durables et permanentes, compromettant ainsi la compensation efficace des émissions résiduelles.

L'EDC représente une solution incontournable pour atteindre les objectifs climatiques, mais elle doit être mise en œuvre avec rigueur et transparence. Ces principes sont d'autant plus importants que le marché de l'EDC connaît une croissance organique que l'AFEN a pour mission d'accompagner.

Principe du *Like-for-Like*

- La biosphère et la géosphère **compensent leurs émissions respectives**
- Chaque sphère est équilibrée et la concentration de carbone atmosphérique **est durablement stabilisée**

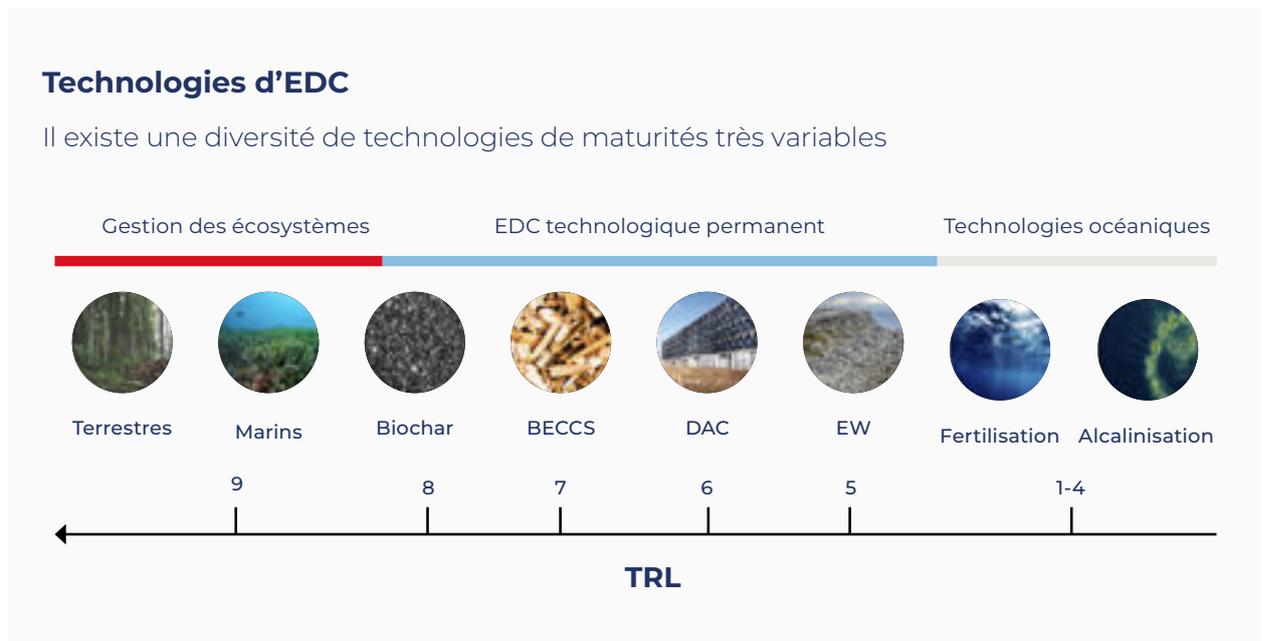


Source : Adapté de Fankhauser et al. (2022) – Carbon Gap

II. État des lieux de l'EDC : méthodes et marché

1. Aperçu des principales méthodes

L'EDC s'appuie sur une large palette de solutions. Chaque technologie présente des niveaux variés de maturité technologique (TRL) et d'applicabilité, mais elles partagent toutes un potentiel de contribution significatif.



EDC basée sur les écosystèmes: qui inclut des méthodes utilisées depuis longtemps (reforestation et afforestation) ainsi que de nouvelles méthodes.

- **Reforestation et afforestation :** plantation d'arbres pour capter et stocker le CO₂ dans la biomasse et les sols. **TRL 8-9**
- **Gestion des sols agricoles (agriculture régénératrice, biochar, haies agroforestières) :** amélioration des pratiques agricoles pour augmenter la capacité des sols à stocker le carbone. **TRL 6-8**
- **Restauration des zones humides et des tourbières :** stockage du CO₂ sous forme organique dans des conditions anaérobies. **TRL 5-7**

EDC basée sur la minéralisation et technologies minérales

- **Altération forcée des silicates (Enhanced Weathering - EW) :** application de roches broyées riches en silicates (olivine, basalte) sur les sols ou en milieu marin pour accélérer leur réaction avec le CO₂. **TRL 4-6**
- **Stockage minéral (carbonatation du CO₂) :** injection du CO₂ dans des formations géologiques riches en minéraux réactifs (ex. basalte) pour former des carbonates solides. **TRL 6-8**

EDC basée sur la captation et le stockage du CO₂ (BECCS, DACCS) : qui jouit des synergies avec les technologies de CCS.

- **Bioénergie avec captage et stockage du carbone (BECCS - BioEnergy with Carbon Capture and Storage) :** combustion de biomasse pour produire de l'énergie tout en capturant et stockant le CO₂ émis. **TRL 7-9**
- **Captage direct de l'air avec stockage (DACCS - Direct Air Capture and Carbon Storage) :** utilisation de procédés physico-chimiques pour extraire le CO₂ de l'air, qui est ensuite stocké géologiquement. **TRL 7-8**

EDC basée sur le biochar

- **Production par pyrolyse de biomasse :** transformation par pyrolyse de résidus organiques/biomasse en charbon stable riche en carbone. **TRL 8-9**
- **Intégration dans les sols agricoles :** amélioration de la rétention d'eau et des nutriments tout en séquestrant durablement le carbone. **TRL 8-9**
- **Utilisation en matériaux composites :** incorporation dans des produits industriels (béton, asphalte, plastiques). **TRL 6-8**

EDC marine (mCDR) : large gamme de technologies à TRL varié

- **Alcalinisation des océans :** ajout de minéraux basiques ou autres composés pour augmenter la capacité de l'eau à capturer le CO₂. **TRL 4-6**
- **Stockage de biomasse sous l'eau (biomasse océanique) :** culture d'algues ou d'autres formes de biomasse et enfouissement dans les profondeurs océaniques pour empêcher leur décomposition et le retour du CO₂ dans l'atmosphère. **TRL 3-5**
- **Cultures d'algues et séquestration en profondeur :** exploitation des algues pour capturer le CO₂ et enfouissement dans les abysses marines. **TRL 3-5**
- **Pompage de CO₂ dans les profondeurs océaniques :** injection directe de CO₂ liquéfié dans des zones où il resterait dissous. **TRL 2-4**

Limites actuelles:

Cependant, ces méthodes rencontrent des verrous notables à débloquent. Les coûts constituent un obstacle majeur.

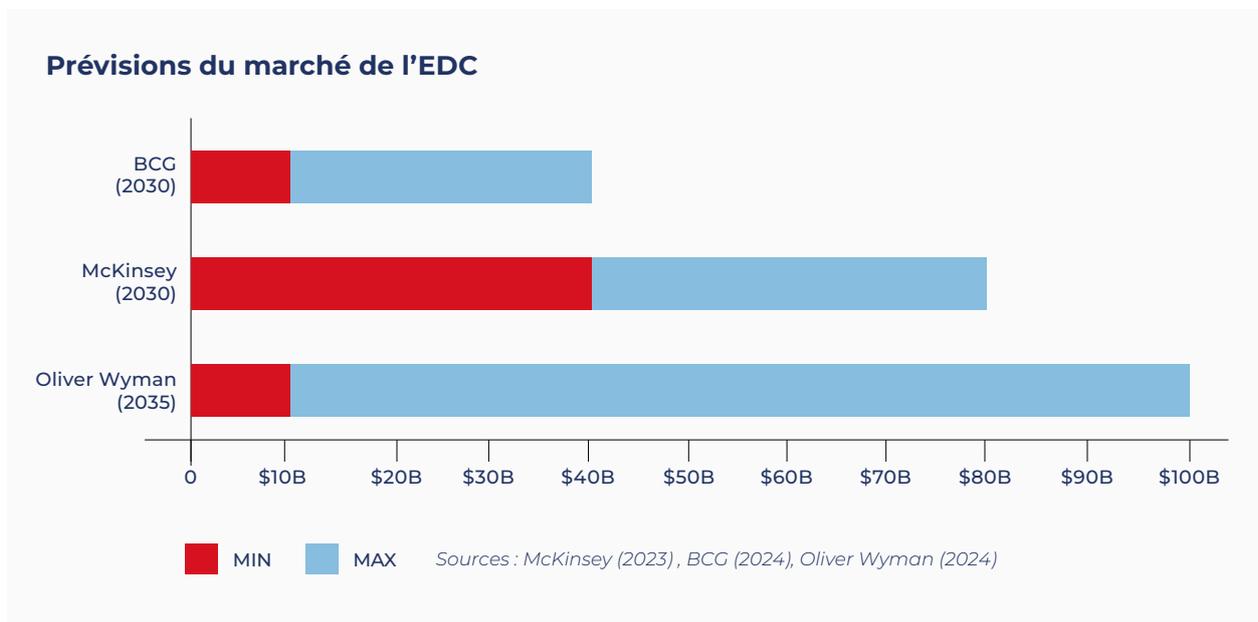
Les coûts des différentes solutions d'EDC sont nettement supérieurs aux prix actuels du carbone sur les marchés réglementés de type cap-and-trade, créant un obstacle même dans le cas d'une intégration dans des marchés réglementés.

De plus, les solutions EDC doivent encore surmonter des obstacles liés à leur adoption massive et à leur intégration dans des cadres réglementaires. Enfin, les méthodes de gestion des écosystèmes présentent une durabilité variable, étant vulnérables aux perturbations environnementales telles que les incendies ou la déforestation, ce qui peut limiter leur efficacité à long terme. Les technologies marines (alcalinisation, biomasse océanique) présentent encore des incertitudes quant à la stabilité à long terme du carbone stocké.

2. Croissance du marché et tendances futures

Une dynamique globale portée par des engagements climatiques

Le marché de l'EDC affiche une croissance exponentielle mais toujours insuffisante et concentrée. Elle est soutenue par une prise de conscience croissante des enjeux climatiques et des engagements internationaux envers la neutralité carbone. Selon Oliver Wyman, la valeur de ce marché pourrait atteindre entre 10 et 100 milliards de dollars par an entre 2030 et 2035, contre 2,7 milliards de dollars en 2024. Cette trajectoire traduit une intensification des efforts pour intégrer des solutions EDC dans les stratégies globales de lutte contre le changement climatique mais également que le marché est aujourd'hui à la croisée des chemins. La forte variabilité des prévisions décrivent un marché qui peut aujourd'hui croître exponentiellement, si les acteurs sont prêts à s'engager, et nous avons déjà démontré que cette croissance n'est pas une option mais une nécessité.



Investissements croissants et innovations technologiques

Les investissements dans les technologies d'EDC augmentent à un rythme soutenu mais toujours insuffisant, reflétant la montée en puissance de solutions avancées et de projets pilotes :

- **Montée des financements :** Depuis 2020, 3,3 milliards de dollars ont été investis dans des projets d'EDC.
- **Montée des achats :** Plus de 4.5 millions de tonnes d'EDC ont été vendues en 2023, et 7.3 millions de tonnes en 2024.
- **Des technologies en plein essor :** Le marché mondial du biochar, par exemple, est évalué à 680 millions de dollars en 2023 et pourrait atteindre plus de 2 milliards de dollars d'ici 2032.
- **Des investissements qui bénéficient aux acteurs locaux :** L'investissement commence déjà à aider les écosystèmes locaux. Par exemple, 42,9 % du total des crédits de biochar vendus depuis 2023 viennent de pays du sud global.

Marchés volontaires

Le marché volontaire du carbone (VCM) est un mécanisme où des acteurs non soumis à des obligations réglementaires achètent et vendent des crédits carbone pour compenser leurs émissions. Ces crédits permettent aux participants de contribuer volontairement et sont la forme actuelle des crédits d'EDC.

Ce segment croît rapidement, avec une valeur atteignant 1 milliard de dollars en 2021 soit une multiplication par quatre en un an, et 1.5 milliard en 2022. Plus de 10% de cette valeur correspond à des crédits d'EDC.

Marchés réglementaires: évolution vers l'intégration des émissions négatives

Les marchés réglementaires, conçus pour plafonner les émissions de GES, évoluent rapidement pour inclure des mécanismes d'EDC.

1. Le système actuel : réduction des émissions

Les systèmes de plafonnement et d'échange (cap-and-trade) fixent des limites d'émission pour certains secteurs, permettant aux entreprises de négocier des quotas. Ces mécanismes se concentrent actuellement sur la réduction des émissions via des plafonds dégressifs.

Exemples :

- **EU ETS** : Le plus grand système au monde, couvrant les secteurs de l'industrie lourde, de l'énergie, et récemment du transport maritime et aérien.
- **Régionalisation** : La [Californie](#), le [Québec](#) et la [Chine](#) ont établi leurs propres cadres, soutenant les efforts locaux de réduction et d'élimination.

2. Réformes actuelles pour inclure les émissions négatives

Certains marchés ont commencé à élargir leur périmètre pour intégrer des crédits EDC.

- **Royaume Uni** : [Explore](#) l'inclusion des méthodes d'EDC dès 2028 dans son système d'ETS pour les projets développés sur son territoire.
- **Japon** : [Planifie](#) de normaliser les solutions d'élimination carbone dans ses nouveaux marchés d'ici 2026 via son système GX-ETS.

3. Opportunités long-terme : inclusion de l'EDC dans l'EU ETS

L'Union européenne [examine](#) l'inclusion des crédits EDC dans le système EU ETS, avec un rapport prévu en 2026 pour évaluer la faisabilité d'une intégration dans les années 2030. Cette évolution pourrait :

- Créer un cadre incitatif pour les projets de séquestration permanente.
- Obliger les entreprises et les acteurs à acheter des crédits d'EDC.
- Pousser cette intégration à une échelle mondiale l'EU ETS étant le plus important marché réglementaire mondial.

III. Opportunités et risques liés à l'EDC

Opportunités :

- **Nécessité d'investir dès maintenant** pour compenser les émissions résiduelles des secteurs difficiles à décarboner (aviation, industries lourdes).
- **EDC pour toute la chaîne de valeur**, en assurant la permanence des éliminations (ex : biochar, DAC, etc).
- **Réglementation européenne** en développement (Cadre CRCF, directive sur les allégations écologiques).
- **Réduction des coûts** par industrialisation, avec un impact similaire au solaire photovoltaïque.
- **Avantages stratégiques** : contrats à long terme pour sécuriser l'approvisionnement et des prix compétitifs.

Risques :

- **Risque d'approvisionnement** : La demande dépassera l'offre en 2030, créant des tensions.
- **Concurrence accrue** sur un marché limité pour les retardataires.
- **Coûts financiers élevés** pour les entreprises en retard.
- **Risque de réputation** : accusations de greenwashing si l'EDC est ignoré.
- **Risques réglementaires** : amendes ou coûts élevés pour les entreprises non conformes aux normes futures.
- **Perte de flexibilité stratégique** : décisions coûteuses face à des régulations imprévues.

1. Pourquoi les entreprises doivent investir dans l'EDC dès maintenant

Investir dans l'EDC sera une nécessité pour les entreprises

Selon la [Science-Based Targets initiative \(SBTi\)](#), atteindre la neutralité carbone exige une réduction majeure des émissions de gaz à effet de serre (GES), de l'ordre de 90 à 95 % d'ici 2050. Les émissions résiduelles, représentant les 5 à 10 % restants, proviendront principalement de secteurs difficiles à décarboner, comme l'aviation, le transport maritime ou les industries lourdes et leurs chaînes de valeurs. Ces émissions devront impérativement être compensées par des crédits carbone permanents issus de méthodes d'EDC.

Pourtant, une [étude](#) récente a révélé que, parmi les entreprises ayant fixé un objectif net zéro, seulement 22 % prévoient de réduire leurs émissions à un niveau résiduel avant de compenser avec des solutions d'élimination. Cela souligne un manque de stratégie chez la majorité des entreprises, alors même qu'elles devront investir dans ces technologies pour respecter leurs engagements climatiques. L'anticipation de ces besoins devient ainsi une nécessité stratégique, permettant de sécuriser l'accès à ces crédits tout en évitant les risques liés à une offre limitée et à un durcissement des régulations.

De plus, l'EDC permet de compenser les émissions résiduelles sur toute une chaîne de valeur d'une entreprise et cela au-delà des seules émissions de CO₂. En effet, il ne s'agit pas seulement de compenser le CO₂ fossile par n'importe quel crédit carbone, mais d'assurer une adéquation entre la nature des émissions et la permanence des éliminations. Cela inclut :

- **Les autres gaz à effet de serre difficiles à éliminer :** Certaines industries émettent des gaz à fort potentiel de réchauffement global, comme le méthane (CH₄) ou le protoxyde d'azote (N₂O). L'élimination de ces gaz justifie le recours à des technologies spécifiques et à des crédits carbone adaptés. Par exemple, la durée de vie dans l'atmosphère du méthane étant de quelques décennies (12 ans en moyenne), ses émissions peuvent être compensées par des crédits de gestion des écosystèmes avec une plus faible permanence.
- **Les co-bénéfices de certaines solutions d'EDC :** Par exemple, le biochar ne se limite pas à stocker du carbone ; il contribue également à réduire l'usage des engrais azotés, limitant ainsi les émissions de protoxyde d'azote, un gaz 265 fois plus puissant que le CO₂ en termes de réchauffement global.

Si l'EDC est aujourd'hui au cœur des stratégies net-zéro des entreprises pionnières, c'est en grande partie grâce à l'émergence d'un consensus scientifique fort sur sa nécessité et les principes à suivre. Ce consensus a été formalisé par les Oxford Principles for Net Zero Aligned Carbon Offsetting, qui ont permis de donner un cadre clair aux stratégies d'élimination du carbone et de lever les incertitudes sur l'intégration des crédits de d'élimination dans les trajectoires net-zéro. Ce cadre a été développé par l'Université d'Oxford en collaboration avec des scientifiques, des experts en climat et des acteurs industriels, publié initialement en 2020, puis renforcé en 2024. Ces principes sont désormais largement adoptés par les entreprises les plus avancées, comme Microsoft, BCG ou Airbus, qui les appliquent pour garantir la crédibilité de leurs engagements. En particulier, ils définissent deux points clés pour structurer les investissements en EDC :

- Les émissions doivent d'abord être réduites au maximum avant d'être compensées.
- Les crédits d'élimination doivent prioriser des solutions de stockage durable pour éviter tout risque de réversibilité.

Les réglementations européennes commencent à prendre forme sur l'EDC et pourront devenir contraignantes

L'Union européenne (UE) structure progressivement son cadre réglementaire pour EDC, un élément clé de sa trajectoire vers la neutralité carbone d'ici 2050. Début 2025, le EU Competitive Compass décrit l'EDC de la manière suivante "Pour atteindre la neutralité climatique, il faudra des émissions négatives. Des incitations seront mises en place, par exemple dans le cadre de la révision de la directive sur le système d'échange de quotas d'émission en 2026, afin de constituer des cas d'usage pour l'élimination permanente du carbone en vue de compenser les émissions résiduelles des secteurs difficiles à réduire."

Alors que plusieurs États membres – comme l'Allemagne et la Suède (2045) ou la Finlande (2035) – se sont fixé des objectifs encore plus ambitieux, l'UE renforce son approche avec un objectif intermédiaire pour 2040. La Commission européenne a recommandé une réduction nette de 90 % des émissions d'ici cette échéance, incluant environ 400 Mt d'élimination du carbone, marquant ainsi une avancée majeure vers l'intégration obligatoire de l'EDC dans les politiques climatiques des 27 États membres.

Pour encadrer cette montée en puissance, l'UE s'appuie sur plusieurs initiatives structurantes :

- **Le Carbon Removal and Carbon Farming (CRCF, ancien Cadre de Certification de l'Élimination du Carbone)** : Ce mécanisme vise à standardiser le suivi et la certification des crédits de élimination du carbone, garantissant leur qualité et leur traçabilité. Il s'agit d'une étape essentielle pour assurer la crédibilité des crédits EDC et réduire les risques liés aux affirmations environnementales des entreprises.
- **La directive sur les allégations écologiques (Green Claims Directive - GCD)** : Elle impose des critères stricts pour éviter le greenwashing et garantir la transparence des affirmations environnementales des entreprises, y compris celles opérant sur le marché volontaire du carbone.
- **La Stratégie de gestion du carbone industriel (ICMS) et les objectifs climatiques 2040** : Cette feuille de route fixe des objectifs clairs pour l'EDC et la réduction des émissions, notamment en définissant des capacités d'injection et des cibles contraignantes, permettant ainsi aux entreprises d'anticiper les futures obligations réglementaires.
- **L'intégration potentielle de l'EDC dans le Système d'échange de quotas d'émission (ETS)** : Envisagée comme une évolution majeure du marché carbone européen, cette mesure permettrait aux entreprises de compenser une partie de leurs émissions avec des crédits EDC certifiés, créant ainsi une incitation financière à développer de nouveaux projets d'élimination du carbone.

En complément, d'autres politiques, telles que le Net Zero Industry Act (NZIA), le Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (CBAM) et le Fonds d'innovation, soutiennent indirectement l'EDC en favorisant l'investissement dans les technologies bas-carbone. Enfin, plusieurs pays européens, comme l'Allemagne et le Danemark, prennent de l'avance en développant leurs propres cadres nationaux pour accélérer la mise en œuvre des technologies d'élimination du carbone.

Créer l'offre future en réduisant les coûts

Le déploiement à grande échelle des méthodes d'EDC dépend d'une demande initiale forte, capable de stimuler leur industrialisation et d'enclencher une courbe de réduction des coûts. Aujourd'hui, les prix élevés des technologies d'élimination du carbone sont largement dus à leur faible échelle de déploiement. Sans un soutien financier substantiel dès maintenant, ces solutions resteront confinées à des applications limitées, incapables d'atteindre des coûts compétitifs à l'échelle mondiale.

Les entreprises pionnières jouent un rôle clé en envoyant un signal de marché fort, à la fois aux développeurs de solutions et aux investisseurs. En générant une demande précoce et prévisible, elles permettent aux fournisseurs d'EDC d'accroître leurs capacités industrielles, d'optimiser leurs procédés et d'accélérer les effets d'apprentissage – les principaux leviers d'une baisse rapide des coûts.

L'exemple du solaire photovoltaïque illustre clairement l'impact des investissements précoces : entre 1980 et 2010, le coût des modules solaires a chuté de 90 %, grâce à des financements massifs qui ont permis des économies d'échelle et une amélioration continue des procédés. Une tendance similaire s'est poursuivie jusqu'à aujourd'hui, avec une baisse supplémentaire de 80 % entre 2010 et 2023. Ces réductions comparables ont été observées pour d'autres technologies clés du net-zéro, comme l'éolien, les batteries et les véhicules électriques, grâce à la combinaison d'une demande privée structurée et de soutiens publics ciblés. Pour l'EDC, l'urgence climatique impose des délais bien plus courts : nous ne pouvons attendre plusieurs décennies pour atteindre une viabilité économique. Une demande initiale forte dès aujourd'hui est essentielle pour enclencher cette dynamique et assurer que les coûts des solutions d'EDC suivent une trajectoire de réduction similaire à celle des technologies précédentes.

Dans le cas de l'EDC, ce mécanisme de réduction des coûts reposera sur plusieurs dynamiques :

- **Effets d'échelle** : Plus les volumes augmentent, plus les coûts unitaires baissent grâce à l'industrialisation des procédés.
- **Courbe d'apprentissage** : L'accumulation d'expérience opérationnelle et technologique améliore l'efficacité et la fiabilité des solutions.
- **Développement d'un marché robuste** : Une demande prévisible permet de sécuriser des financements et d'attirer de nouveaux acteurs.

Cependant, pour éviter les passagers clandestins, il est crucial que les entreprises prennent des engagements concrets dès aujourd'hui et ne comptent pas uniquement sur une baisse spontanée des prix pour investir plus tard. En engageant dès maintenant des achats d'élimination du carbone, les entreprises et les pouvoirs publics accélèrent l'innovation technologique, sécurisent des volumes futurs et réduisent les coûts à un rythme compatible avec les objectifs climatiques mondiaux.

Verrouiller les prix et l'approvisionnement

Investir tôt dans l'EDC offre un avantage stratégique majeur : la possibilité de sécuriser un approvisionnement stable et abordable, même dans un marché en forte croissance. Les contrats à long terme illustrent parfaitement pourquoi agir dès maintenant est essentiel pour garantir un positionnement avantageux. Par exemple, le BCG a signé en 2021 un contrat de 10 ans avec l'entreprise de DAC Climeworks.

Les accords pluriannuels (sur 5 à 10 ans) “*offtakes*” permettent aux entreprises de verrouiller des prix fixes ou et un approvisionnement pour les crédits d’EDC. Ce type de contrat garantit une protection contre un manque de disponibilité des volumes tout en garantissant un prix stable. Ces opportunités sont accessibles uniquement à ceux qui s’engagent tôt, avant que le marché ne devienne saturé. Ce type d’engagement précoce transforme une incertitude en un avantage compétitif, en assurant des coûts stables et une planification robuste.

Renforcer la réputation et le leadership climatique

Se positionner en tant que leader

Investir dans l’EDC place les entreprises à l’avant-garde des initiatives climatiques, consolidant leur position de leader dans un contexte où les attentes des parties prenantes en matière d’engagement environnemental sont croissantes. Une entreprise proactive renforce sa crédibilité auprès des investisseurs, des clients et des employés.

Visibilité accrue et avantages compétitifs

Des exemples comme Salesforce, Microsoft ou Swiss Re montrent que les entreprises qui s’engagent tôt dans l’EDC bénéficient d’une couverture médiatique positive et de partenariats stratégiques, améliorant ainsi leur image de marque et leur attractivité sur le marché.

2. Les risques pour les entreprises qui n’investissent pas

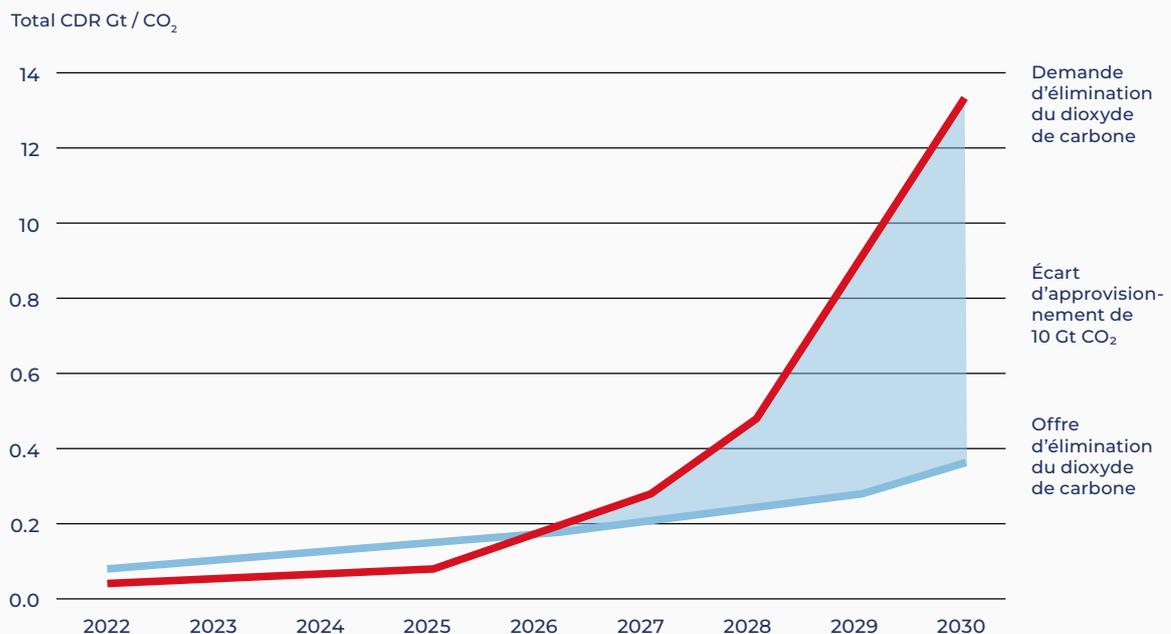
Alors que la demande pour les crédits d’EDC s’accélère, les entreprises qui tardent à s’engager dans ce domaine s’exposent à des risques croissants. Qu’il s’agisse de défis liés à l’approvisionnement, de pressions financières, de menaces pour leur réputation, ou d’exigences réglementaires à venir, l’absence d’investissement dès aujourd’hui peut compromettre leur compétitivité et leur capacité à répondre aux enjeux climatiques futurs.

Risques d’approvisionnement futur

Capacité insuffisante et goulots d’étranglement futurs

Les projections montrent qu’à l’horizon **2030**, la demande mondiale pour l’EDC dépassera l’offre de près d’**1 gigatonne**, soit l’équivalent de **2 % des émissions mondiales** annuelles de CO₂, laissant plus de **70 % de la demande insatisfaite** (d’après une analyse de Climeworks de données du BCG et de SBTi). En reportant leurs investissements, les entreprises risquent de se retrouver incapables d’accéder aux crédits nécessaires pour compenser leurs émissions résiduelles à mesure que l’écart entre l’offre et la demande se creuse.

Projection basée sur les objectifs SBTi des entreprises et les prévisions d'approvisionnement en EDC.



Source : SBTi, BCG, et analyse de Climeworks

Fin 2023, la première **entreprise du CAC 40 (Airbus)** a réalisé un achat de crédits d'EDC durable, tandis que la majorité se concentre sur les marchés volontaires plus traditionnels, tels que les projets d'énergies renouvelables ou de reforestation. D'après une analyse de Climate HQ, seules 17 des 100 plus grandes entreprises américaines parlent de d'EDC durables ou mentionnent l'élimination du carbone dans leurs rapports d'ESG. Cette faible anticipation illustre le risque d'un manque de préparation face à une future pénurie.

Concurrence accrue

Les entreprises pionnières dans l'achat de crédits d'EDC, comme Airbus, sécurisent dès aujourd'hui des approvisionnements stratégiques, laissant moins de marges de manœuvre aux retardataires. En retardant leurs décisions, les entreprises risquent d'être confrontées à une concurrence accrue dans un marché déjà limité, ce qui réduira leur capacité à répondre efficacement aux exigences climatiques futures. Cette situation pourrait exacerber les inégalités entre les premiers arrivants, qui bénéficieront d'un avantage compétitif, et les entreprises tardives, qui devront composer avec des options limitées et coûteuses.

Risques financiers

Les entreprises qui retardent leurs investissements dans l'EDC risquent d'être confrontées à des coûts exponentiels lorsque la demande pour les crédits d'élimination augmentera et que l'offre restera limitée. Selon [une analyse récente](#) du Boston Consulting Group (BCG), les coûts de la capture directe dans l'air (DAC) pourraient baisser de manière significative mais seulement avec les bonnes conditions. Cela nécessite des signaux de demande forts dès aujourd'hui. Les retardataires devront donc payer un prix élevé pour compenser leur absence de préparation, aggravée par une pression accrue sur les infrastructures et les technologies disponibles.

Risques de réputation

Accusations de greenwashing

En continuant d'utiliser des compensations bon marché et de faible qualité, les entreprises risquent d'être perçues comme insuffisamment engagées dans la lutte contre le changement climatique. Ces pratiques pourraient entraîner des accusations de greenwashing, [nuisant à leur réputation](#) auprès des parties prenantes, y compris les investisseurs, les clients et les régulateurs.

Retard par rapport aux concurrents

Les entreprises qui n'investissent pas dans l'EDC dès maintenant risquent de se retrouver à la traîne par rapport aux pionniers qui se positionnent en tant que leaders climatiques. Une [étude d'Accenture](#) révèle que **la majorité des entreprises risquent de ne pas atteindre leurs objectifs de neutralité carbone si elles ne doublent pas leurs réductions d'émissions d'ici 2030**. Ce retard pourrait donner l'image d'une entreprise désengagée ou obsolète, affaiblissant ainsi sa compétitivité sur le marché.

Risques réglementaires

Incapacité à se conformer aux normes futures

Les exigences climatiques et les réglementations continuent d'évoluer rapidement. Il est probable que les futures réglementations imposent l'utilisation de crédits d'EDC permanents, en complément des réductions d'émissions. Les entreprises qui n'ont pas commencé à investir dès maintenant seront mal préparées pour répondre à ces exigences, ce qui pourrait entraîner des amendes ou des coûts élevés pour se conformer dans l'urgence. Un des exemples est la [possible intégration de l'EDC](#) dans les marchés régulés (compliance).

Manque de flexibilité stratégique

Sans un plan à long terme pour intégrer l'EDC, les entreprises se retrouvent dans une position de dépendance, contraintes de réagir aux changements réglementaires sans capacités de prévisions. Cette approche pourrait mener à des décisions coûteuses et inefficaces, nuisant à leur compétitivité. Un exemple éclairant vient du secteur automobile face à la transition vers les véhicules électriques. Des constructeurs longtemps focalisés sur les technologies hybrides, le diesel ou à hydrogène, ont été pris de court par l'accélération des réglementations favorisant les véhicules électriques à batterie et les interdictions prévues des moteurs thermiques en Europe et en Chine.

Perte d'influence sur le développement du marché

Problème du passager clandestin

Ne pas investir aujourd'hui revient à compter sur les efforts des autres pour réduire les coûts technologiques à travers des économies d'échelle et des innovations. Cette inaction limite la capacité collective à atteindre les objectifs climatiques globaux, tout en augmentant les risques de défaillance pour l'ensemble du marché. Comme le souligne un [rapport](#) de la Banque mondiale, "**attendre et voir n'est pas une option**".

Dépendance aux décisions d'autres acteurs

Les entreprises retardataires perdront leur capacité à influencer le développement des technologies d'élimination du carbone et l'orientation stratégique du marché. Cela pourrait limiter leur accès à des innovations cruciales et les rendre dépendantes des conditions imposées par les leaders climatiques.

IV. Feuille de route pratique pour les entreprises

1 Diagnostiquer la situation actuelle

Évaluer les émissions résiduelles et aligner les objectifs

- Analysez les émissions restantes après réduction (scopes 1, 2, 3) et projetez leur trajectoire à long terme.
- Intégrez, si pertinent, les émissions historiques ou structurelles (ex. Microsoft : 24 Mt à compenser entre 2030 et 2050).
- Vérifiez la conformité avec les standards (SBTi) et définissez les émissions admissibles à compenser.

2 Construire une stratégie efficace

Construire une stratégie climat robuste et budgétée

- Fixez une date cible de neutralité carbone et définissez une montée en puissance progressive de l'EDC (court, moyen, long terme).
- Suivez une hiérarchie claire : réduire avant de compenser, avec une approche portefeuille intégrant durabilité et maturité.
- Établissez un budget carbone avec un prix interne croissant pour anticiper les coûts et structurer les investissements. (Ex. : Swiss Re, BCG)

3 Définir des critères de sélection des crédits

Définir des critères stricts pour les crédits carbone

- Exigez la net-négativité, la quantifiabilité, l'additionnalité et des garanties sociales et environnementales.
- Ciblez des solutions durables (>100 ans), évolutives, à coûts dégressifs.
- Ajoutez vos préférences stratégiques : technologie, localisation, secteur (ex. Shopify).

4 Identifier et acheter des crédits carbone

Identifier les bons projets, signer des contrats, mutualiser les achats

- Sélectionnez des projets certifiés avec potentiel de montée en échelle (ex. DAC, biochar, minéralisation).
- Sécurisez des offtake agreements pluriannuels et adaptables.
- Rejoignez des initiatives collectives (ex. Frontier, NextGen) pour réduire les risques et élargir l'impact.

5 Mise en œuvre, reporting et évaluation

Mettre en œuvre, reporter et ajuster dans le temps

- Diversifiez les méthodes d'EDC pour renforcer la résilience et sécuriser les volumes.
- Publiez des données transparentes sur les tonnes capturées, la durabilité et les co-bénéfices (ex. restauration des sols).
- Inspirez la confiance en alignant vos pratiques avec les standards émergents (ex. Microsoft, Swiss Re).

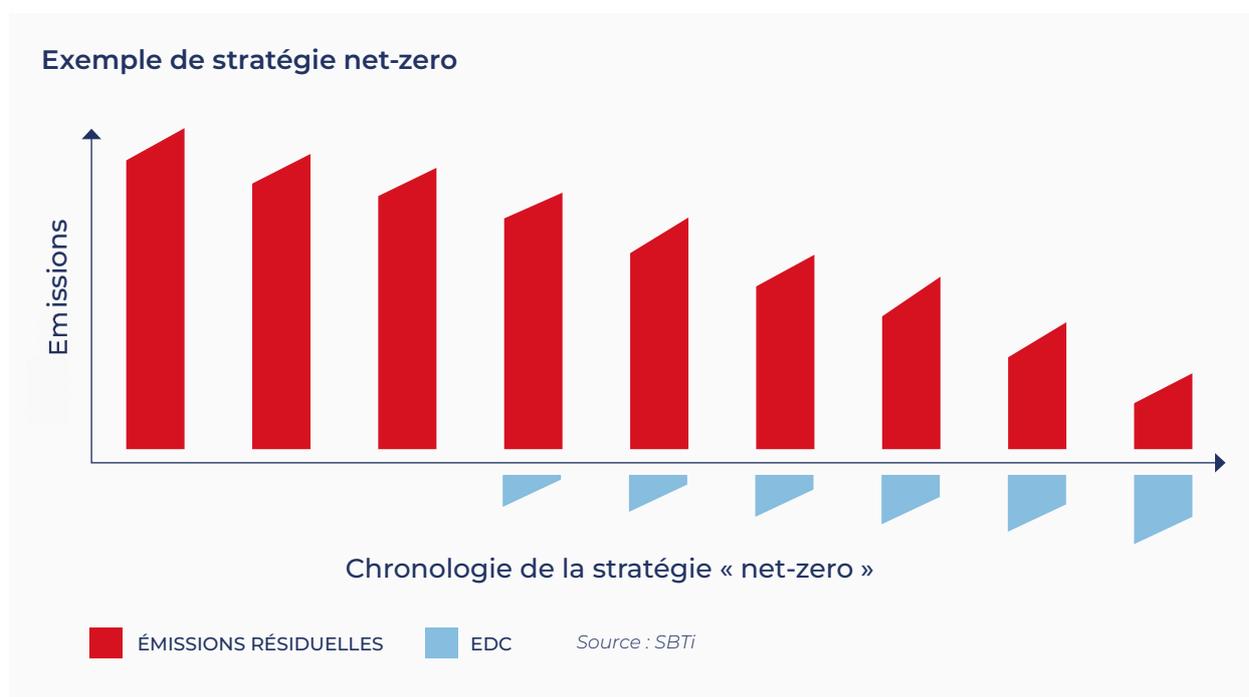
Cette feuille de route propose une série d'actions pratiques pour aider les entreprises à intégrer l'EDC dans leurs stratégies climatiques. En s'appuyant sur les meilleures pratiques publiées par des leaders comme Shopify, Microsoft, ou Swiss Re, elle vise à guider les entreprises à chaque étape, de l'évaluation initiale à la mise en œuvre et au suivi des résultats. Les recommandations présentées permettent de démarrer rapidement tout en adoptant des approches éprouvées qui maximisent l'impact climatique et économique.

Étape 1 : Diagnostiquer la situation actuelle

Un diagnostic précis de la situation actuelle est une étape fondamentale pour définir une stratégie climatique solide. Cette étape se décompose en deux sous-parties : évaluer les émissions résiduelles et aligner les objectifs sur les engagements climatiques.

Évaluer les émissions résiduelles

- Identifier les émissions actuelles après les mesures de réduction :** Analysez les émissions directes (scope 1) et indirectes (scope 2 et 3) après la mise en œuvre des efforts de réduction. Cette évaluation doit s'appuyer sur des cibles scientifiques pour garantir une précision et une comparabilité avec les standards internationaux. *Exemple : En 2020, Microsoft a évalué ses émissions à environ 16 millions de tonnes. Grâce à ses efforts de réduction, elles se stabiliseront à 6 millions d'ici 2030.*
- Inclure les émissions historiques si pertinentes :** Certaines émissions passées, notamment celles liées à des activités ayant un impact long terme (comme la construction ou les infrastructures), doivent être intégrées à l'analyse. *Exemple : Microsoft a également inclus les émissions opérationnelles historiques remontant à 1975, totalisant 24 millions de tonnes à éliminer entre 2030 et 2050 pour atteindre ses objectifs de neutralité carbone.*



- **Évaluer un maximum de réduction sur une échelle de temps :** Projetez les réductions possibles sur les prochaines décennies en identifiant les opportunités technologiques et opérationnelles. Une fois les réductions maximales définies, calculez les émissions résiduelles restantes, qui représentent la part à compenser pour atteindre une neutralité carbone.

Aligner sur les engagements climatiques

- **Vérifier la conformité avec les standards tels que la SBTi :** Assurez-vous que les actions et objectifs de l'entreprise respectent les cadres établis par des organisations comme la Science-Based Targets initiative (SBTi), qui impose une réduction de **90 % des émissions de 2020** pour tous les secteurs, tout en distinguant les émissions résiduelles par activité :

Exemples :

- **Électricité :** Objectif résiduel de 3 % seulement.
- **Agriculture :** Objectif résiduel de 28 %, reflétant les contraintes spécifiques à ce secteur.

Étape 2 : Construire une stratégie efficace

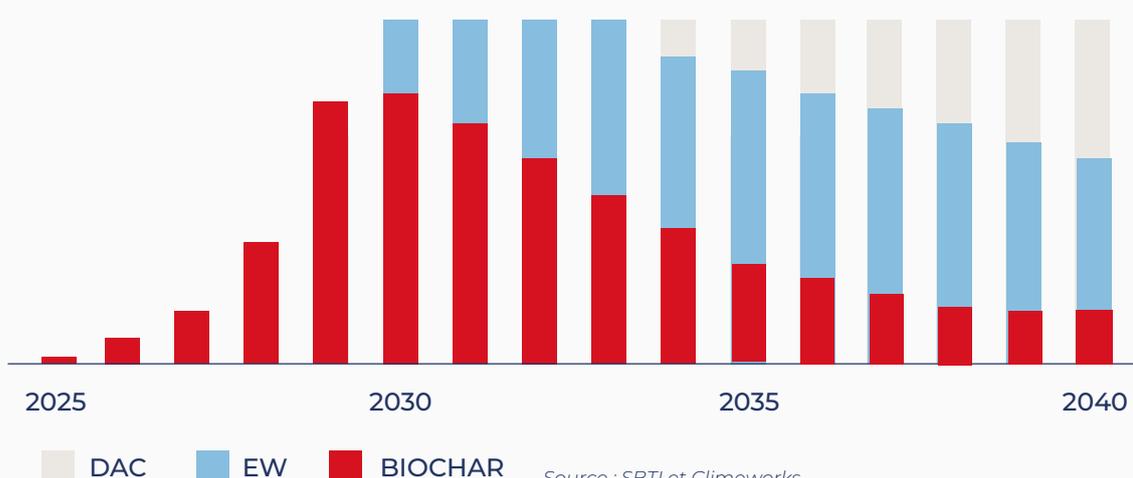
Construire une stratégie climatique efficace consiste à définir une feuille de route claire pour atteindre la neutralité carbone, tout en établissant un cadre budgétaire robuste et prévisible. Cette étape se décompose en deux sous-parties : élaborer une stratégie climatique globale et déterminer un budget adapté.

Élaborer une stratégie climatique globale

- **Déterminer une année cible pour la neutralité carbone :** Fixez une échéance réaliste mais ambitieuse pour atteindre la neutralité carbone. Certaines entreprises leaders se sont déjà engagées : [Microsoft](#) (2030), [BCG](#) (2030), [Airbus](#) (2050), [ENGIE](#) (2045). La plupart des grands groupes français ont déjà avancé sur ce sujet. 88 % des entreprises cotées au CAC40 avaient fixé ou se sont engagé à fixer des cibles SBTi. Ce choix doit être accompagné d'un calendrier clair pour réduire progressivement les émissions et augmenter la part compensée par l'EDC.
- **Suivre la hiérarchie de réduction :** Donnez la priorité aux réductions directes et indirectes des émissions avant de compenser les résiduelles à l'aide de crédits carbone. Cette approche garantit que les efforts de décarbonation ne sont pas remplacés par une simple compensation.
- **Business case:** Élaborez un argumentaire interne et externe expliquant pourquoi l'utilisation de mécanismes de marché aidera votre entreprise à mettre en œuvre sa stratégie de durabilité et à atteindre ses objectifs climatiques en démontrant le retour sur l'investissement. Déterminez le narratif et l'alignement éventuel de votre stratégie avec les standards existants et à venir (SBTi Net Zero, EU Green Claims, VCMi Claims Code of Practice, reporting CSRD).

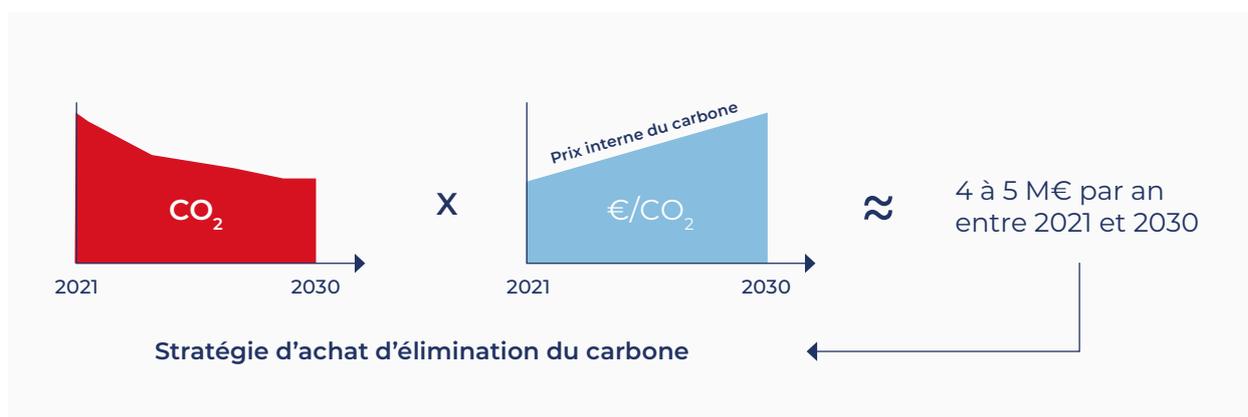
- **Intégrer des principes aux objectifs** : Appliquez des concepts comme le like-for-like, qui assure une adéquation entre les émissions compensées et les solutions utilisées, en termes de durabilité et de permanence (par exemple en achetant des crédits avec une durabilité longue pour compenser des émissions de CO₂).
- Cependant, pour assurer une transition fluide et alignée sur la neutralité carbone, une approche portefeuille des éliminations de carbone est recommandée. Par exemple, plusieurs entreprises adoptent une stratégie progressive, combinant des technologies variées selon leur maturité et leur durabilité. Une approche type comprend :
 - **À court terme (2025-2030)** : privilégier des solutions abordables et immédiatement disponibles comme le biochar ou l'afforestation, tout en signant des contrats d'achat anticipé (offtake agreements) pour des solutions plus durables.
 - **À moyen terme (2030-2035)** : intégrer des options de stockage à durée de vie intermédiaire, comme l'altération renforcée des roches (enhanced rock weathering), qui devient plus compétitive avec l'augmentation des volumes.
 - **À long terme (2035-2050)** : basculer vers des solutions de stockage à très haute durabilité comme la capture directe de l'air (Direct Air Capture - DAC) couplée au stockage géologique, nécessaire pour neutraliser les émissions fossiles résiduelles en conformité avec les principes d'alignement net-zéro (Oxford Principles for Net-Zero Aligned Offsetting).
- Cette approche mixte permet de combiner résilience financière et robustesse climatique, tout en garantissant que l'entreprise respecte les standards émergents en matière de compensation carbone.
- Climeworks donne une série de cas d'études suivant les types d'entreprises et d'émissions avec une stratégie à 2050 sur l'achat de crédit d'EDC.

Exemple de stratégie de portefeuille pour une entreprise



- **Adopter une approche « au-delà de la chaîne de valeur » (BVCM) :** Priorisez les crédits qui permettent un impact climatique au-delà des frontières directes de votre chaîne d'approvisionnement, renforçant ainsi les actions globales pour la décarbonation.

Déterminer un budget



- **Estimer les volumes d'émissions à compenser :** Évaluez le montant des crédits nécessaires sur la base des émissions résiduelles calculées à l'étape 1.
- **Considérer des scénarios de prix interne et externe :** Fixez un prix interne du carbone qui évolue sur une période donnée pour refléter la montée des coûts des crédits et l'importance croissante de réduire les émissions. Cette approche incite financièrement à adopter des mesures pour réduire ou éliminer les émissions dès maintenant, tout en garantissant un montant stable d'investissement à long terme. Elle permet également d'anticiper l'augmentation attendue des prix du carbone sur les marchés externes et de se préparer à l'urgence croissante des exigences climatiques, en alignant les stratégies internes sur les évolutions réglementaires et les attentes sociétales. Par exemple, un prix de départ à x €/tonne augmentant à x * a €/tonne à une échéance donnée peut aider à structurer ces efforts.
- *Exemples :*
 - **Swiss Re :** 2023, avec un prix carbone de 123 \$/tonne, Swiss Re a déterminé un budget carbone total de 25 millions \$ entre 2022 et 2030, dont près de 4 millions \$ pour 2023. Ce prix interne évoluera à 200 \$/tonne d'ici 2030, reflétant un engagement progressif.
 - **BCG :** L'entreprise a commencé avec un prix interne de 16 \$/tonne en 2022, qui augmentera à 80 \$/tonne en 2030, ciblant exclusivement des crédits durables.

- **Mettre en place un modèle de prix interne stable :** Un prix interne avec une croissance stable à horizon de la neutralité carbone permet de financer les crédits carbone sur le long terme tout en réduisant les incertitudes budgétaires annuelles. Cela envoie également un signal clair au marché, favorisant la création de projets d'EDC et soutenant les fournisseurs.

Avantages du modèle :

1. Réduction des incertitudes budgétaires.
2. Renforcement des relations avec les fournisseurs par des engagements clairs.
3. Possibilité de sécuriser des contrats d'achat à long terme (offtake agreements).

Étape 3 : Définir des critères de sélection des crédits

La sélection de crédits d'EDC nécessite des critères rigoureux pour garantir leur efficacité et leur alignement avec les objectifs climatiques à long terme. Ces critères se divisent en deux catégories : impératifs et critiques. Shopify établit dans son [rapport](#) de best practice des critères impératifs (non-négociables), des critères critiques (importants pour la réussite long-terme de l'investissement), et des critères additionnels (qui sont établies par l'entreprise selon des préférences personnelles). À cette étape, l'entreprise se doit de les définir afin d'avoir une action cohérente et transparente.

Critères impératifs

1. **Net négativité :** Assurez-vous que les crédits compensent davantage de CO₂ qu'ils n'en émettent tout au long du cycle de vie du projet. Cela garantit que les projets sélectionnés ont un impact climatique positif net.
2. **Quantifiabilité :** Exigez des méthodologies scientifiques robustes pour mesurer et vérifier précisément le CO₂ capturé ou séquestré. Cela réduit les incertitudes liées aux déclarations non vérifiées.
3. **Additionnalité :** Vérifiez que les crédits financent des actions qui n'auraient pas été possibles sans cet investissement. Cela garantit que chaque crédit acheté représente une véritable avancée climatique.
4. **Sécurité et justice environnementale :** Évaluez les impacts positifs des projets sur les territoires et sur l'environnement, en veillant à éviter tout dommage social ou écologique. Ces projets doivent renforcer la résilience des écosystèmes tout en soutenant les populations locales. Une variable importante à prendre en compte est l'évaluation des co-bénéfices des technologies d'élimination du dioxyde de carbone (EDC), comme la régénération des sols pour le biochar, la restauration de la biodiversité pour les solutions fondées sur la nature, ou encore l'amélioration de la qualité de l'eau et la protection contre les incendies.

Critères critiques

1. **Coût** : Priorisez les solutions qui peuvent s'approcher ou atteindre des coûts compétitifs. Priorisez les solutions dont les coûts et les conditions d'approvisionnement permettent une adoption à grande échelle et une montée en puissance progressive. Par exemple, des entreprises comme [Google](#) et BCG ont récemment structuré leurs engagements sur la base d'accords d'achat à long terme avec des fournisseurs de capture directe de l'air (DAC), avec pour objectif premier d'atteindre un coût compétitif et stable.
2. **Durabilité** : Privilégiez des projets offrant une séquestration durable du CO₂, supérieure à 100 ans, afin de garantir une stabilité à long terme et de prévenir la réémission du carbone capturé.
3. **Capacité** : Orientez les choix vers des projets capables de capturer des volumes significatifs, atteignant potentiellement des milliards de tonnes de CO₂ d'ici 2050, pour répondre à l'ampleur des défis climatiques globaux.

Critères additionnels

Ces critères sont définis selon les préférences spécifiques de l'entreprise et ne doivent pas compromettre les impératifs. Ils peuvent être utilisés pour renforcer la cohérence stratégique et mobiliser un soutien interne.

Shopify met en avant des exemples d'application de ces critères :

- **Préférences technologiques** : Une entreprise peut privilégier des solutions high-tech comme la capture directe dans l'air (DAC).
- **Alignement géographique** : Une entreprise canadienne pourrait choisir des fournisseurs locaux pour favoriser l'économie nationale.
- **Adéquation sectorielle** : Un acteur minier pourrait opter pour des solutions basées sur la minéralisation. L'industrie agroalimentaire pourrait intégrer de l'EDC basée sur la biomasse (par exemple le biochar) dans sa chaîne de valeur.

Bien que ces critères soient secondaires, ils permettent d'adapter les choix d'investissement aux valeurs et aux priorités spécifiques de l'entreprise, tout en facilitant l'adhésion des parties prenantes internes.

Étape 4 : Identifier et acheter des crédits carbone

L'identification et l'achat de crédits carbone reposent sur des choix stratégiques, incluant la sélection des projets, l'établissement de contrats à long terme et la participation à des initiatives collectives. Des organismes comme Frontier proposent des [templates](#) de ce type de contrats. Ces approches permettent de sécuriser un approvisionnement fiable tout en soutenant le développement des technologies d'élimination.

Identifier les projets alignés

- **Privilégier les projets évolutifs :** Optez pour des projets capables de monter en échelle rapidement et répondant aux critères de net négativité, additionnalité et durabilité.

Exemples:

- **Microsoft**, [en partenariat avec Carbon Direct](#), a structuré un portefeuille de projets alignés sur son objectif d'éliminer **5,5 millions de tonnes de CO₂ d'ici 2030**.
 - Le **BCG**, quant à lui, [collabore](#) avec ClimeFi pour garantir un alignement avec des solutions durables.
 - Le fonds **EQT** s'est tourné vers Patch pour créer un portefeuille sur mesure de projets pionniers d'élimination du carbone, en accord avec le coût social du carbone
- **Vérifier les certifications et méthodologies :** Priorisez des projets reposant sur des standards scientifiques rigoureux. Les certifications reconnues assurent la robustesse des méthodologies de capture et de stockage, évitant les risques de greenwashing. Aujourd'hui, plusieurs cadres de certification existent :
 - **Registres du marché volontaire (VCM) :**
 - **Verra et Gold Standard :** Historiquement dominants sur le marché volontaire du carbone (Voluntary Carbon Market - VCM) ces registres commencent à inclure une large gamme de projets d'EDC. Par exemple, Verra [a publié en 2024](#) ses modules de protocoles DAC, permettant de certifier des projets.
 - **Puro.earth et Isometric :** Spécialisés dans les solutions de stockage longue durée (biochar, minéralisation).
 - **Normes publiques émergentes :**
 - L'UE développe le **Carbon Removal Certification Framework (CRCF)** pour encadrer les éliminations de carbone et potentiellement les intégrer au marché réglementé (ETS).
 - Ces standards permettront d'harmoniser les méthodologies et d'accroître la crédibilité des crédits carbone.

Établir des contrats à long terme

- **Soutenir les projets par des engagements pluriannuels :** Les contrats à long terme offrent aux entreprises une double opportunité : sécuriser un approvisionnement à prix compétitifs et soutenir l'innovation technologique. Par exemple,

Exemple: Swiss Re a signé un contrat de 10 ans avec Climeworks en 2021, pour un montant total de 10 millions de dollars, soutenant le développement de la capture directe dans l'air (DAC).

- **Inclure des clauses d'adaptabilité :** Pour gérer les risques liés aux fluctuations des coûts ou des prix internes du carbone, les contrats doivent prévoir des clauses de livraison échelonnée et des ajustements adaptés.

Rejoindre des unions d'acheteurs (buyers' clubs)

- **Mutualiser les ressources pour des projets ambitieux :** Participer à des initiatives collectives, comme [Frontier](#) ou [NextGen](#), permet aux entreprises de mutualiser leurs ressources et de financer des projets à grande échelle.
 - **Frontier :** Créé par des leaders comme **Stripe, Shopify, Alphabet (Google), Meta**, et McKinsey, cet acheteur collectif a engagé 1 milliard de dollars pour soutenir des technologies d'élimination émergentes.
 - **NextGen :** Ce programme a déjà acheté **200 000 tonnes de crédits** et vise **1 million de tonnes d'ici 2025** à un coût cible de **200 \$/tonne**. Ses membres incluent des entreprises comme **BCG, Swiss Re, Bayer**, et Holcim.
 - **First Movers Coalition pour les Carbon Removals :** Cette initiative du World Economic Forum vise à encourager les entreprises à précommander des crédits carbone pour soutenir et accélérer le développement de solutions innovantes d'élimination du carbone et compte parmi ses membres comme Microsoft, Stripe, Amazon, Capgemini et Airbus.

Étape 5 : Mise en œuvre, reporting et évaluation

La mise en œuvre et le suivi des investissements dans l'EDC sont des étapes cruciales pour maximiser leur impact et éviter les accusations de greenwashing. Être transparent et adopter les meilleures pratiques permet non seulement de renforcer la crédibilité des actions, mais aussi d'inciter d'autres entreprises à s'engager. En devenant une référence dans ce domaine, une entreprise peut à la fois montrer l'exemple et contribuer à structurer un marché robuste.

Mise en œuvre et optimisation

- **Diversifier les achats pour réduire les risques** : Investir dans plusieurs méthodes d'EDC permet de répartir les risques tout en maximisant les bénéfices environnementaux. Par exemple, **Microsoft** a diversifié ses investissements sur sept **méthodes de EDC en quatre ans**, incluant : BECCS, DACCS, biochar, minéralisation ex-situ, séquestration de la bio-huile, amélioration de l'altération atmosphérique et immersion de biomasse marine.
- **Planifier une montée en puissance progressive** : L'augmentation graduelle des achats de crédits permet de s'adapter aux évolutions technologiques et économiques tout en renforçant l'impact climatique. Cela permet aussi de sécuriser des approvisionnements durables à mesure que les solutions gagnent en maturité.

Rapporter de manière transparente

- **Documenter les impacts** : Communiquez les résultats de vos investissements à l'aide de métriques clés, telles que : la net négativité, la quantification du CO₂ capturé et l'additionnalité des crédits achetés. Une telle documentation renforce la crédibilité et inspire confiance auprès des parties prenantes.
- **Mettre en évidence les co-bénéfices** : Au-delà de la réduction des émissions, mettez en avant les bénéfices supplémentaires des projets, tels que la restauration des sols ou la résilience des écosystèmes locaux. Un [exemple](#) est le projet de Nespresso et NetZero au Brésil, où les résidus de café sont transformés en biochar. Ce biochar est ensuite restitué aux sols des plantations de café participantes, améliorant ainsi la rétention d'eau et de nutriments, ce qui permet de réduire significativement l'utilisation d'engrais chimiques, offrant des co-bénéfices au-delà de l'EDC.

Exemples de pratiques transparentes :

- **Microsoft** : Inclut l'EDC dans son [rapport annuel](#), détaillant ses critères de sélection et ses retours d'expérience sur les projets soutenus. Cette transparence incite d'autres entreprises à adopter des démarches similaires.
- **Swiss Re** : Publie la liste de ses achats, partage ses meilleures pratiques et évalue la durabilité et l'impact des solutions financées.

Étape	Action	Objectif	Exemple
Étape 1 : Diagnostiquer la situation actuelle	Évaluer les émissions résiduelles.	Identifier les émissions actuelles et historiques, et les aligner sur les engagements climatiques.	En 2020, Microsoft a évalué ses émissions actuelles à environ 9 millions de tonnes. Elles se sont stabilisées à 6 millions vers 2030. Pour compenser les émissions opérationnelles historiques remontant à 1975, Microsoft a évalué à 24 millions de tonnes supplémentaires les émissions historiques à éliminer entre 2030 et 2050.
	Vérifier la conformité avec les standards (SBTI).	Assurer que les objectifs Net Zero respectent les exigences réglementaires et volontaires.	Le SBTi fixe un objectif de réduction de 90 % des émissions de 2020 pour tous les types d'organisation, d'où un potentiel d'émissions résiduelles de 10 % à compenser, mais il établit une distinction par secteur avec des voies spécifiques (2 % pour l'électricité et seulement 28 % pour l'agriculture des émissions résiduelles). Suivant les secteurs, les acteurs auront des marges de manœuvre plus ou moins grandes pour conformer leurs objectifs aux critères SBTi.
Étape 2 : Construire une stratégie efficace	Élaborer une stratégie climatique globale.	Déterminer une année cible pour la neutralité carbone et intégrer les principes (ex. : like-for-like).	Microsoft: 2030. BCG: 2030. Airbus: 2050. ENGIE: 2045
	Fixer un budget et un prix interne du carbone.	Réduire les incertitudes budgétaires et envoyer des signaux clairs au marché.	Swiss Re : 100 \$/tonne (2021) à 200 \$/tonne (2030). En 2023, avec un prix carbone de 123\$/tonne, Swiss Re a déterminé un budget carbone de \$25M entre 2022 et 2030, dont autour de \$3,5M en 2023. BCG : 16 \$/tonne (2022) à 80 \$/tonne (2030).
Étape 3 : Définir des critères de sélection des crédits	Assurer la net négativité, quantifiabilité, et additionnalité des crédits.	Sélectionner des crédits robustes, mesurables, et ayant des impacts sociaux positifs.	Il existe de nombreuses technologies aux effets différents. Le biochar, issu de résidus biomasse, combine séquestration durable (plusieurs siècles à 1 000 ans) et co-bénéfices agricoles, comme l'amélioration des sols. Tandis que des technologies comme le DAC offrent un stockage géologique supérieur à 1 000 ans
	Prioriser les projets garantissant durabilité (> 100 ans) et haute capacité.	Cibler des solutions compétitives et alignées sur les objectifs à long terme.	

Étape	Action	Objectif	Exemple
Étape 4 : Identifier et acheter des crédits carbone	Privilégier des projets alignés avec les critères définis.	Sécuriser des crédits fiables et évolutifs grâce à des méthodologies certifiées.	Des intermédiaires comme Carbon Direct ou ClimeFi permettent de choisir un portefeuille de projets aux critères spécifiques (Microsoft est partenaire de Carbon Direct, le BCG de ClimeFi).
	Établir des contrats à long terme (offtake agreements).	Réduire les risques d'approvisionnement et les fluctuations des prix.	Swiss Re et Climeworks : En 2021, signature d'un contrat de 10 ans pour un montant global de 10 millions de dollars.
	Rejoindre des unions d'acheteurs (buyers' clubs).	Financer des projets à grande échelle et à coût réduit.	<p>Frontier</p> <ul style="list-style-type: none"> Montant engagé : 1 milliard de dollars (USD). Membres principaux : Stripe, Shopify, Alphabet (Google), Meta, et McKinsey. <p>NextGen</p> <ul style="list-style-type: none"> Objectif : 200 \$/tonne à mesure que les technologies se développent. Atteindre 1 million de tonnes d'ici 2025. Volume réalisé : 200 000 tonnes de crédits d'élimination de carbone déjà achetés. Membres principaux : Boston Consulting Group (BCG), Swiss Re, Bayer, et Holcim. <p>First Movers Coalition</p> <ul style="list-style-type: none"> Engagement: 50 Kt ou 25 millions de dollars de crédits d'élimination permanente achetés avant 2030. Si le revenu est inférieur à 5 milliards de dollars, 10 Kt ou 5 millions de dollars achetés avant 2030. Membres principaux : Microsoft, Amazon, Capgemini, Google, and others.
Étape 5 : Mise en œuvre, reporting et évaluation	Diversifier les achats et planifier une montée en puissance progressive.	Maximiser les bénéfices, réduire les risques, et répondre aux engagements climatiques.	Microsoft a investi dans sept méthodes EDC différentes sur 4 ans: BECCS, DACCS, BCR, minéralisation ex-situ, séquestration de la bio-huile, amélioration de l'altération atmosphérique et immersion de la biomasse marine.
	Rapporter les impacts de manière transparente (net négativité, additionnalité, co-bénéfices).	Documenter les performances et valoriser les co-bénéfices (ex. : restauration des sols).	Microsoft inclut l'EDC dans son rapport annuel, détaillant ses critères de sélection , ainsi que ses retours d'expérience sur les projets soutenus. De même, Swiss Re publie la liste de ses achats et partage ses meilleures pratiques pour garantir l'impact et la durabilité des solutions.

V. Études de cas et meilleures pratiques

Les entreprises pionnières jouent un rôle clé dans le développement des solutions d'EDC. En prenant des décisions stratégiques dès aujourd'hui, elles apportent des enseignements précieux pour guider d'autres acteurs.

Cette section s'appuie sur les retours d'expérience de Microsoft, Shopify, Swiss Re, et BMW, ainsi que sur les recommandations du WEF et du WBCSD. Chaque exemple met en lumière des approches concrètes : diversification des solutions, engagement à long terme ou choix de crédits de haute qualité. L'objectif est de montrer comment ces pratiques peuvent inspirer et orienter les entreprises souhaitant s'engager efficacement dans l'EDC.

Synthèse des retours d'expérience

1. Immaturité et fragmentation du marché

Problème : Absence de standards internationaux cohérents, rendant difficile la mesure, la vérification et la certification de l'additionnalité, la durabilité et les fuites (leakage). De plus, le marché reste dominé par des crédits basés sur la réduction des émissions plutôt que sur l'élimination (EDC), avec une offre limitée de crédits de haute qualité, notamment pour des technologies émergentes comme le DAC ou le BECCS.

Solutions :

- **Standardisation et transparence** : Développer des méthodologies uniformes pour garantir l'additionnalité, la durabilité (supérieure à 100 ans pour les solutions à long terme) et une vérification indépendante.
- **Renforcer la transparence des projets** : Publier des rapports détaillant les résultats mesurables, les risques identifiés et les méthodologies utilisées.
- **Diversification des portefeuilles** : Favoriser un équilibre entre solutions naturelles (gains immédiats) et technologiques (impact durable), et prioriser les crédits garantissant un stockage de carbone permanent.
- **Soutenir des organismes de pédagogie et de sensibilisation** : Rejoindre et appuyer les initiatives portées par des organisations spécialisées dans la sensibilisation à l'EDC et la sensibilisation pour des cadres réglementaires plus robustes, tant au niveau national qu'international (exemple: EU CRCF).

2. Coûts élevés des solutions technologiques

Problème : Les technologies comme le DAC coûtent aujourd'hui entre 600 et 1 000 USD/tonne, rendant leur adoption difficile, particulièrement pour les petites et moyennes entreprises. En outre, le manque de financement structuré limite leur mise à échelle.

Solutions :

- **Réduction des coûts et mutualisation des risques** : Les entreprises peuvent optimiser leur engagement d'EDC en adoptant une approche progressive et diversifiée (voir [l'exemple](#) de Climeworks). Il s'agit de combiner, dans un premier temps, des crédits carbone plus accessibles (biochar) et/ou moins durables (gestions des écosystèmes) avec des solutions de stockage nouvelles et permanentes (comme la DACCS, EWR ou le BECCS), puis d'augmenter progressivement la part des solutions les plus durables.
 - Cette stratégie permet de :
 - **Réduire l'exposition aux coûts initiaux élevés** en équilibrant le portefeuille avec des crédits à court et moyen terme tout en garantissant une montée en gamme progressive.
 - **Tester différents modèles de marché** en réalisant de premiers achats avec un mix de solutions pour mieux comprendre la dynamique des fournisseurs et la performance des technologies.
 - **Sécuriser l'accès aux solutions à long terme** en signant des contrats d'achat anticipé (offtake agreements) avec des fournisseurs émergents de CDR permanent, permettant d'étaler l'investissement dans le temps.
 - **Une autre approche efficace consiste à mutualiser les investissements via des consortiums d'achat**, comme NextGen ou Frontier, qui regroupent plusieurs entreprises pour financer la montée en échelle des technologies d'EDC. En s'engageant collectivement, les entreprises bénéficient de coûts unitaires réduits, d'une meilleure diversification des risques et d'un accès privilégié aux futures capacités industrielles.
- **Soutien au développement de projets** : Offrir des paiements anticipés ou des contrats multi annuels pour sécuriser des volumes futurs tout en accélérant le développement des technologies émergentes.
- **Commencer petit** : Les entreprises devraient commencer par de petits investissements pour tester leurs capacités à gérer des projets de CDR, évaluer les coûts et comprendre les contraintes opérationnelles. Cette approche limite les risques initiaux tout en préparant à une montée en échelle plus efficace

3. Faible transparence et suivi post-achat

Problème : L'absence de mécanismes standardisés pour garantir la performance des crédits après leur achat et l'opacité des méthodologies utilisées par certains fournisseurs limitent la crédibilité des crédits.

Solutions :

- **Vérification indépendante :** Adopter des standards robustes pour la mesure et la certification des crédits, assurant une traçabilité claire des résultats.
- **Éducation et sensibilisation :** Publier des guides d'achat et organiser des ateliers pour aider les entreprises à comprendre les exigences liées au suivi et à l'évaluation des crédits.

4. Risques opérationnels et environnementaux

Problème : Les solutions naturelles, comme la reforestation, sont vulnérables aux incendies, à la déforestation et aux changements climatiques. Ces solutions ont souvent une durabilité limitée (décennies), ce qui ne suffit pas pour répondre aux besoins à long terme de séquestration carbone pour la neutralité à 2050.

Solutions :

- **Gestion proactive des risques :** Inclure des garanties contractuelles pour compenser les crédits annulés en cas de réversion et diversifier les projets en investissant dans différentes méthodes (sols, forêts, DAC, BECCS). Une approche complémentaire consiste à recourir à des solutions d'assurance spécialisées, comme [Kita](#) ou [CarbonPool](#), qui achètent des portefeuilles d'EDC pour garantir aux entreprises la permanence de leurs crédits en cas d'échec ou de non-livraison
- **Prioriser les crédits durables :** Favoriser les projets offrant un stockage supérieur à 100 ans, comme la capture directe dans l'air ou le BECCS, pour réduire les risques de réversibilité.

5. Sensibilisation et renforcement des capacités

Problème : De nombreuses entreprises manquent de compréhension sur le fonctionnement du marché de l'EDC et des actions concrètes à entreprendre.

Solutions :

- **Création d'outils pédagogiques :** Développer des ressources telles que des guides d'achat (ex. : Shopify) et des tableaux de bord pour évaluer les performances des fournisseurs.
- **Appuyer les efforts des organisations pédagogiques et de sensibilisation :** Collaborer avec des entités qui font évoluer les cadres réglementaires nationaux et internationaux tout en sensibilisant les entreprises aux enjeux et solutions liés à l'EDC.

Sources

Sites web institutionnels et plateformes de référence

Accord de Paris – UNFCCC :

<https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris>

AFEN – Association Française pour les Émissions Négatives :

<https://afen.fr/>

AFEN – Rôle de l'EDC dans la neutralité carbone :

<https://afen.fr/actualite/le-role-de-lelimination-du-dioxyde-de-carbone-dans-la-neutralite-carbone-comment-ledc-sintegre-t-elle-dans-les-strategies-pour-atteindre-les-objectifs-climatiques-mondiaux/>

ARB – Programme de plafonnement et d'échange en Californie :

<https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/cap-and-trade-program>

CDR.fyi – Données sur le marché de l'EDC :

<https://www.cdr.fyi/>

Commission européenne – Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) :

https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en

Commission européenne – Certification de l'Élimination Permanentes du Carbone :

https://climate.ec.europa.eu/eu-action/certification-permanent-carbon-removals-carbon-farming-and-carbon-storage-products_en

Commission européenne – Innovation Fund :

https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en

Commission européenne – Net Zero Industry Act :

https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en

Commission européenne – Consultation sur l'objectif climatique 2040 :

https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13793-EU-climate-target-for-2040_en

Commission européenne – Q&A sur l'objectif 2040 :

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_24_586

Commission européenne – Recommandation sur l'objectif climatique 2040 :

https://commission.europa.eu/news/recommendation-2040-target-reach-climate-neutrality-2050-2024-02-06_fr

Commission européenne – Green Claims Directive :

https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-directive-green-claims_en

Connaissance des Énergies – Équivalent CO₂ et GES :

<https://www.connaissancedesenergies.org/questions-et-reponses-energies/gaz-effet-de-serre-quest-ce-que-l-equivalent-co2>

Energy.eu – Communication sur la gestion industrielle du carbone (2024) :

https://energy.ec.europa.eu/system/files/2024-02/Communication_-_Industrial_Carbon_Management.pdf

Greenflex – La SBTi pour décarboner :

<https://www.greenflex.com/actualites/articles/la-sbti-pour-decarboner>

IEA – Coût des modules photovoltaïques (1970–2020) :

<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/evolution-of-solar-pv-module-cost-by-data-source-1970-2020>

IEA – Global Methane Tracker (2022) :

<https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2022/methane-and-climate-change>

Marché du carbone au Québec – Gouvernement du Québec :

https://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/marche-carbone_en.asp

NextGen – Initiative pour le développement des crédits d'élimination :

<https://www.nextgencdr.com/>

Système d'échange de quotas d'émission de l'UE (EU ETS) :

https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en

UNFCCC – SBSTA 2022 CDR Report :

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/SBSTA_2022_CDR.pdf

US Department of Energy – Carbon Negative Shot :

<https://www.energy.gov/topics/carbon-negative-shot>

Verra – Modules de certification pour le CCS :

<https://verra.org/verra-releases-first-set-of-modules-for-carbon-capture-and-storage/>

Rapports et publications de référence

BCG – The Need and Market Demand for Carbon Dioxide Removal (2023) :

<https://www.bcg.com/publications/2023/the-need-and-market-demand-for-carbon-dioxide-removal>

BCG – Elimination du dioxyde de carbone : atteindre le plein potentiel français (2025) : <https://www.bcg.com/publications/2025/france-elimination-du-dioxyde-de-carbone-atteindre-le-plein-potentiel-francais>

Carbon Direct – High-Quality CDR Criteria (2024) : <https://www.carbon-direct.com/press/carbon-direct-releases-the-2024-criteria-for-high-quality-carbon-dioxide-removal-in-collaboration-with-microsoft>

Carbon Gap – Éviter la dissuasion de la réduction des émissions : <https://carbongap.org/how-to-avoid-mitigation-deterrence/>

Carbon Gap – Intégrer les GGR dans le système britannique ETS : <https://carbongap.org/integrating-ggrs-in-the-uk-emissions-trading-scheme-carbon-gaps-response/>

CEDD – Document sur la compensation carbone : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/CEDD%20-%20Ref%20036.pdf>

Fondation QC – Document sur l'élimination du CO₂ : <https://www.qc.foundation/files/Carbon-dioxide-removal.pdf>

Future of CDR – Government as Catalyst : <https://www.carbonfuture.earth/magazine/government-as-catalyst-strategic-financing-paths-for-scaling-carbon-dioxide-removal>

IPCC – Présentation de la SB60 sur le carbone : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2024/06/005_SB60_IPCC_Side_Event_WGII_TFI.pdf

McKinsey – How to Scale a New Gigaton Industry : <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/carbon-removals-how-to-scale-a-new-gigaton-industry>

Marché du biochar – Precedence Research : <https://www.precedenceresearch.com/biochar-market#:~:text=Table%20of%20Content-,Biochar%20Market%20Size%20and%20Forecast%202024%20to%202034,period%20from%202024%20to%202034>

Oliver Wyman – Carbon Dioxide Removal Solutions (2024) : <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2024/jun/carbon-dioxide-removal-solutions.html>

Precedence Research – Biochar Market : <https://www.precedenceresearch.com/biochar-market>

Shopify – Carbon Removal Buying Guide : <https://cdn.shopify.com/static/sustainability/Shopify-Carbon-Removal-Buying-Guide.pdf>

SBTi – Net-Zero Standard : <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/Net-Zero-Standard.pdf>

State of Carbon Dioxide Removal – Oxford :

<https://www.stateofcdr.org/>

Tandfonline – Article académique sur les politiques climatiques :

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2024.2358989#summary-abstract>

WEF – Carbon Dioxide Removal Best-Practice Guidelines (2023) :

https://www3.weforum.org/docs/WEF_Carbon_Dioxide_Removal_Best_Practice_Guidelines_2023.pdf

Articles, actualités et cas d'entreprise

Accenture – Étude sur les entreprises et leurs objectifs climatiques 2030 :

<https://newsroom.accenture.fr/fr/news/2022/la-grande-majorite-des-entreprises-risquent-de-ne-pas-atteindre-leurs-objectifs-de-neutralite-carbone-si-elles-ne-doublent-pas-leurs-reductions-d-emissions-de-co2-avant-2030-selon-une-etude-d-accenture>

Airbus – Stratégie de décarbonation :

<https://www.airbus.com/en/sustainability/respecting-the-planet/decarbonisation>

BCG – Engagement Net Zéro :

<https://www.bcg.com/about/net-zero>

CDR.fyi – Airbus comme acheteur :

<https://www.cdr.fyi/purchaser/airbus>

ClimeFi – Partenariat avec BCG et Exomad Green :

<https://climefi.com/2024/03/carbonx-partners-with-boston-consulting-group-bcg-and-exomad-green-on-cdr-purchases/>

Climeworks – Accélérer l'échelle du carbone via les assurances : <https://climeworks.com/opinion/3-learnings-from-an-industry-leader-how-insurance-companies-can-accelerate-the-scale-up-of-carbon>

Climeworks – DAC et partenariat avec BCG :

<https://climeworks.com/press-release/bcg-signs-direct-air-capture-partnership-with-climeworks>

Climeworks – Distinction entre réduction et élimination des émissions :

<https://climeworks.com/news/calling-for-a-distinction-between-reductionsand-removals>

Climeworks – Pourquoi l'élimination du dioxyde de carbone doit être prioritaire :

<https://climeworks.com/opinion/why-carbon-dioxide-removal-should-be-your-priority>

Climeworks – Swiss Re et le plus grand partenariat en EDC :

<https://climeworks.com/press-release/swiss-re-sign-the-worlds-first-and-largest>

Climeworks – Framework to identify the highest-quality carbon removal :

<https://climeworks.com/blog/framework-to-identify-the-highest-quality-carbon-removal>

Climeworks – Portfolio approach to carbon removal procurement :

<https://climeworks.com/blog/a-portfolio-approach-to-carbon-removal-procurement>

Engie Impact – Décarbonation du secteur de l'énergie :

<https://www.engieimpact.com/fr/publications/decarbonation-secteur-energie#:~:text=Dans%20la%20course%20vers%20un,de%20sa%20cha%C3%A9ne%20de%20valeur>

ESG Dive – Achats de crédits d'EDC par Google, Meta, Microsoft et Salesforce :

<https://www.esgdive.com/news/google-meta-microsoft-salesforce-coalition-contracts-carbon-removal-credits/717410/>

ESG Pro – Pourquoi le greenwashing est un risque commercial :

<https://esgpro.co.uk/why-greenwashing-is-a-commercial-risk/>

Financial Times – Article sur le marché de l'élimination du CO₂ :

<https://www.ft.com/content/f0e1f4fa-bc5a-45e9-9257-871dae461e5d>

Frontier – Modèle d'accord d'écoulement :

<https://frontierclimate.com/offtake-agreement-template>

Microsoft – Carbon Negative d'ici 2030 :

<https://blogs.microsoft.com/blog/2020/01/16/microsoft-will-be-carbon-negative-by-2030/>

Microsoft – Lessons from an Early Corporate Purchase (2021) :

<https://cdn-dynmedia-1.microsoft.com/is/content/microsoftcorp/microsoft/final/en-us/microsoft-brand/documents/microsoft-carbon-removal-lessons-from-an-early-corporate-purchase-january-2021.pdf>

Reuters – Google achète des crédits d'EDC à une start-up brésilienne :

<https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/google-buys-carbon-removal-credits-brazil-startup-joining-microsoft-2024-09-19>

The Holocene – Google établit un précédent dans l'EDC :

<https://theholocene.co/holocene-google-make-cdr-history/>

Annexes

Retours d'expériences particuliers

Microsoft : Diversification et Leadership via des Appels d'Offres

1. Résumé des actions et engagements

1.1 Objectifs de Microsoft :

- Être négatif en carbone d'ici 2030 en éliminant plus de CO₂ que l'entreprise n'en émet, y compris les émissions historiques depuis sa fondation en 1975.
- Objectif d'éliminer 6 millions de tonnes de CO₂ par an à partir de 2030 pour couvrir les émissions résiduelles et 24 millions de tonnes supplémentaires d'ici 2050 pour compenser les émissions historiques.

1.2 Actions principales :

- **Appel d'offres en 2020** : réception de propositions pour 189 projets dans 40 pays et sélection de 15 projets représentant plus de 1,3 million de tonnes de CO₂ éliminées.
- **Acquisition d'un portefeuille varié** :
 - Solutions naturelles à court terme (forêts, sols).
 - Solutions technologiques à long terme (Direct Air Capture, stockage géologique).
 - Investissement de 1 milliard USD dans le "Climate Innovation Fund" pour soutenir les technologies émergentes.

2. Problèmes identifiés

2.1. Problèmes liés au marché de l'EDC :

- **Immaturité du marché** :
 - Le marché est orienté vers l'évitement des émissions, pas l'EDC.
 - Manque de projets de haute qualité disponibles.
- **Standards flous** :
 - Critères insuffisants pour évaluer l'additionnalité, la durabilité et les fuites (leakage).
 - Pas de méthodologies cohérentes pour comparer les projets.

2.2. Limites des solutions disponibles :

- **Solutions naturelles :**

- Durabilité limitée (moins de 100 ans).
- Risques élevés de réversibilité (feux de forêt, déforestation).

- **Solutions technologiques :**

- Coûts très élevés (50 fois plus coûteux que les solutions naturelles).
- Manque de projets disponibles à grande échelle.

2.3. Transparence et vérification :

- Manque de standards pour la vérification indépendante des projets.
- Difficulté à distinguer clairement entre émissions évitées et éliminées..

3. Solutions proposées par Microsoft

3.1. Développer tôt une Stratégie :

- **Diversification :**

- Mélange de solutions à court terme (foresterie, sols) et à long terme (technologies).
- Adoption d'une approche pragmatique pour utiliser ce qui est disponible maintenant tout en investissant dans l'avenir.

- **Création de standards :**

- Collaboration avec des experts tiers (Carbon Direct, Winrock International) pour établir des critères de sélection rigoureux : additionnalité, durabilité, fuites.
- Soutien à la standardisation des méthodologies sur le marché.

3.2. Prévoir une gestion des risques :

- **Mesures de protection contre les réversions :**

- Inclusion de provisions contractuelles exigeant des compensations en cas de perte de carbone stocké (e.g., feux de forêt).
- Promotion de pools de réserve pour couvrir les pertes potentielles de crédits.

- **Calcul conservateur des crédits :** Déductions internes pour les projets présentant un risque élevé de fuites non compensées.

3.3. Aider au développement du marché :

- Appel d'offres ouvert pour établir des exigences claires et stimuler l'offre sur le marché.
- Investissements directs dans des projets non certifiés mais prometteurs pour accélérer leur adoption.
- Collaboration avec d'autres entreprises pour augmenter les volumes d'achat et réduire les coûts. Soutien à des projets d'échelle moyenne à grande (> 100 000 tonnes de CO₂).

Swiss Re : Leadership par la tarification carbone et la stratégie « Do Our Best, Remove the Rest »

1. Résumé des actions et engagements

1.1 Objectifs de Swiss Re :

- Atteindre la neutralité carbone sur l'ensemble des activités d'ici 2050, avec des objectifs intermédiaires pour ses portefeuilles d'investissements, d'opérations, et d'assurance.
- Réduction de 45 % de l'intensité carbone du portefeuille de titres obligataires et d'actions cotées entre 2018 et 2023 (objectif initial : 35 % pour 2025).
- Mise en place d'une taxe carbone interne atteignant 123 USD/tonne de CO₂e en 2023, avec une augmentation progressive à 200 USD d'ici 2030.

1.2 Actions principales :

- Substitution progressive des crédits d'évitement par des crédits d'élimination directe dans les opérations et investissements.
- Déploiement de solutions technologiques comme le BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage) et le DAC (Direct Air Capture).
- Compensation de 34 % des émissions restantes des opérations par des crédits d'élimination, contre 24 % en 2022.
- Réduction de 64 % des émissions absolues liées aux voyages d'affaires depuis 2018.

2. Problèmes identifiés

2.1. Manque de standards et cohérence sur le marché de l'EDC :

- Absence de méthodologies unifiées pour mesurer la qualité et la durabilité des crédits d'élimination.
- Forte dépendance des acteurs au marché des crédits d'évitement, moins robustes sur le plan climatique.

2.2. Coûts élevés des solutions d'élimination directe :

- Les crédits d'élimination, notamment via DAC, restent significativement plus chers que les crédits basés sur des solutions naturelles ou d'évitement.
- Limites d'échelle pour les technologies émergentes.

2.3. Difficultés liées à l'intégrité climatique :

- Certains crédits revendiquent des bénéfices supérieurs à leur contribution réelle en raison de méthodologies opaques ou de calculs non standardisés.
- Les risques de réversion (exemple : incendies annulant des absorptions via la foresterie) sont souvent sous-évalués.

3. Solutions proposées par Swiss Re

3.1. Adopter une tarification carbone interne ambitieuse :

- Établissement d'un prix interne du carbone élevée pour inciter les départements internes à minimiser leurs émissions et à financer des crédits de haute qualité.
- Les revenus de cette taxe sont investis directement dans des solutions d'élimination.

3.2. Transitionner vers des crédits d'élimination directe :

- Augmentation linéaire de l'utilisation des crédits d'élimination dans la compensation des émissions opérationnelles, avec un objectif de 100 % d'ici 2030.
- Priorisation des technologies offrant des garanties de durabilité sur plus de 100 ans.

3.3. S'Engager dans la normalisation :

- Swiss Re collabore avec des initiatives telles que le "Partnership for Carbon Accounting Financials" (PCAF) pour standardiser les méthodologies de comptabilité et de reporting des émissions associées à l'assurance.
- Développement d'outils pour quantifier précisément l'impact des crédits d'élimination sur le portefeuille global.
- Adoption de critères stricts pour assurer la crédibilité et l'intégrité climatique des investissements.

Shopify : Un Guide Pratique pour l'Investissement dans l'EDC

1. Résumé des actions et engagements

1.1 Objectifs de Shopify :

- Depuis 2019, Shopify a investi près de 55 millions de dollars dans 40 startups développant des méthodes d'EDC. Afin de soutenir ce développement, Shopify entreprend à la fois des investissements stratégiques et des achats de crédits de haute qualité.
- De plus, elle facilite l'adoption d'EDC pour les entreprises de toutes tailles grâce à des outils pédagogiques et des méthodologies pratiques.

1.2 Actions principales :

Investissements dans des technologies émergentes :

- Partenariat avec des projets innovants via le fonds de durabilité de Shopify, incluant des entreprises comme Climeworks, Planetary, et Running Tide.
- Depuis 2019, Shopify a investi près de 55 millions de dollars dans 40 startups développant des méthodes d'EDC.
- Via ce fonds, Shopify investit par an près de 5 million de dollars avec une diversité de solutions comme le DAC (Direct Air Capture), le biochar, la conversion de la biomasse et la séquestration.

Publication du "Carbon Removal Buying Guide" :

- Guide éducatif expliquant comment choisir, acheter, et gérer des crédits d'EDC, adressant les critères critiques de sélection : additionnalité, durabilité (>100 ans), et vérifiabilité.

2. Problèmes identifiés

2.1. Problèmes de transparence et de vérifiabilité :

- Absence de méthodologies standardisées pour évaluer et certifier les crédits d'EDC.
- Méthodes de quantification développées en interne par certains fournisseurs, ce qui complique la validation indépendante.

2.2. Accessibilité financière :

- Coût élevé des solutions technologiques, souvent supérieur à 600 USD/tonne, rendant l'EDC inaccessible pour de nombreuses entreprises.
- Manque de clarté sur les perspectives de réduction des coûts à grande échelle pour les technologies émergentes.

2.3. Manque de diversification des offres : Dépendance limitée à quelques types de solutions, risquant de ralentir l'échelle nécessaire pour atteindre plusieurs gigatonnes d'élimination annuelle d'ici 2050.

2.4. Risques opérationnels : Délais de livraison fréquents pour les fournisseurs émergents, dus à des obstacles dans la phase de commercialisation et de déploiement.

3. Solutions proposées par Shopify

3.1. Développer ou adopter une méthodologie de sélection rigoureuse :

- **Critères non négociables :**
 - **Additionnalité :** Les crédits doivent représenter une élimination impossible sans l'achat effectué.
 - **Durabilité :** Priorité donnée aux solutions garantissant un stockage supérieur à 100 ans.
 - **Vérifiabilité :** Les fournisseurs doivent être capables de quantifier et certifier les crédits.
- **Critères supplémentaires :** Sélection en fonction des préférences spécifiques des entreprises, comme le support aux fournisseurs locaux ou aux solutions naturelles.

3.2. Adopter une approche par portefeuille : Shopify recommande une diversification des investissements dans différentes verticales (technologies, solutions naturelles, solutions océaniques) pour répartir les risques et soutenir un large éventail d'innovations. Le fonds de Shopify a notamment cette approche avec:

- 24 % dans la biomasse
- 23 % dans la capture directe du dioxyde de carbone
- 15 % dans des produits intégrant du carbone
- 9 % dans les sols
- 9 % dans la forêt et le transport
- 8 % dans la collaboration
- 3 % dans la minéralisation
- 3 % dans l'océan

3.3. Soutenir les fournisseurs émergents :

- Paiements anticipés pour financer la R&D et la construction des infrastructures.
- Contrats pluriannuels pour garantir des revenus stables et inciter les fournisseurs à réduire leurs coûts.
- Contrats adaptés au type d'acheteur et à sa taille: achats via des abonnements, des contrats directs avec des fournisseurs, et des places de marché, selon le volume et la taille de l'entreprise.

3.4. Avoir un suivi post-achat performant :

- Mise en place de tableaux de bord pour suivre les performances des fournisseurs et la conformité des crédits.
- Flexibilité pour accepter des crédits non certifiés par des registres tiers, à condition qu'ils soient audités indépendamment.

First Movers Coalition x World Economic Forum: L'Importance de l'Adoption Précoce

1. Résumé des actions et engagements

Le rapport du World Economic Forum (WEF) vise à fournir des lignes directrices et des meilleures pratiques pour encourager l'adoption des méthodes d'EDC par les entreprises. Il s'appuie sur les expériences des membres de la First Movers Coalition (FMC), qui se sont engagés à acheter chacun au moins 50 000 tonnes ou 25 millions USD de crédits d'EDC d'ici 2030.

2. Problèmes identifiés

2.1. Barrières économiques et de marché :

- **Coût élevé :** Les solutions technologiques comme le DAC (Direct Air Capture) coûtent encore entre 600 et 1 000 USD/tonne, bien au-dessus des solutions naturelles (30–100 USD/tonne).
- **Manque de financement structuré :** Les développeurs ont des difficultés à obtenir des financements pour leurs projets en raison de l'absence de garanties de revenus à long terme.
- **Absence d'infrastructures :** La mise à échelle nécessite des pipelines, des sites de stockage et des sources d'énergie propres, qui sont encore largement inexistantes.

2.2. Complexité des normes :

- **Manque de standards internationaux :** Les méthodologies de certification pour évaluer et vérifier les crédits d'EDC sont fragmentées.
- **Problèmes d'additionnalité et de permanence :** Certaines solutions revendiquent des crédits qui ne garantissent pas que le CO₂ capturé sera stocké durablement.

2.3. Approvisionnement limité :

- Dépendance aux solutions naturelles : Les solutions comme la reforestation représentent 99,9 % des crédits actuels, mais elles sont limitées par la disponibilité des terres.
- Les technologies émergentes ne représentent que 0,1 % de l'EDC total.

3. Solutions proposées et recommandations

3.1. Développer une stratégie interne :

- **Tarifification carbone interne :**

- Encourager les entreprises à adopter des prix carbone internes entre 80 et 200 USD/tonne pour financer leurs engagements en EDC sur le long terme.
- Exemple : Swiss Re a fixé un prix interne progressif atteignant 200 USD/tonne d'ici 2030.

- **Offres d'achat groupé :**

- Les clubs d'acheteurs comme NextGen permettent de mutualiser les ressources pour acheter des crédits d'EDC à moindre coût tout en diversifiant les portefeuilles.

3.2. Pousser le développement de normes et certifications :

- Standardiser les méthodologies pour garantir l'intégrité des crédits d'EDC en termes de :
 - **Additionnalité** (les projets doivent démontrer qu'ils n'auraient pas été réalisés sans financement externe).
 - **Permanence** (les crédits doivent garantir le stockage pendant au moins 1 000 ans).
 - **Quantification robuste** (mesure fiable des émissions éliminées).

3.3. Choisir le bon modèle d'accès au marché : Le rapport identifie trois modèles d'accès pour les entreprises souhaitant s'engager dans l'EDC :

- **Accords directs** avec les développeurs de projets (meilleur contrôle, mais transactionnellement coûteux).
- **Participation à des clubs** d'acheteurs (mutualisation et gestion centralisée).
- **Achats ponctuels** via des intermédiaires pour des transactions rapides mais plus coûteuses.

3.4. Adopter un leadership précoce :

- Réduire les coûts grâce à des achats avancés.
- Envoyer un signal clair au marché et aux développeurs pour investir dans des infrastructures.

WBCSD : Cadre pour une Adoption Responsable

1. Objectif principal du rapport

Le rapport du World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) propose un cadre méthodologique complet pour aider les entreprises à comparer, sélectionner et développer des portefeuilles de solutions d'EDC adaptées à leurs stratégies climatiques. Ce cadre repose sur une analyse multicritères (MCDA) pour évaluer les différentes méthodes en termes de faisabilité, d'efficacité climatique et d'impacts connexes (positifs ou négatifs).

2. Cadre de décision pour comparer les méthodes d'EDC

La méthode

Le WBCSD introduit une approche en plusieurs étapes pour guider les entreprises dans leurs décisions :

1. Sélection des méthodes d'EDC.
2. Définition des critères de performance.
3. Évaluation des performances.
4. Définition des préférences pour le portefeuille.
5. des scores de performance globaux.

Les critères de performance

Le cadre évalue chaque méthode selon trois grandes catégories :

- **Faisabilité :**
 - **Technique :** Maturité technologique (TRL).
 - **Économique :** Coût en comparaison au coût social du carbone.
 - **Gouvernance :** Barrières liées à l'acceptation publique, au suivi et aux réglementations.
- **Efficacité climatique :**
 - **Effet net sur le climat :** Atténuation nette, y compris les risques de réversion.
 - **Rapidité :** Capacité à réduire rapidement le carbone atmosphérique.
 - **Durabilité :** Durée pendant laquelle le carbone reste stocké.

Impacts connexes :

- **Environnementaux :** Biodiversité, changements d'utilisation des terres.
- **Économiques :** Opportunités de marché, diversification économique.
- **Sociaux :** Sécurité alimentaire, équité et avantages locaux.

3. Fonctionnement du framework

- **Étape 1 :** Sélection des méthodes : Les entreprises choisissent les options d'EDC qui correspondent à leurs besoins, leurs contraintes régionales et leur stratégie climatique.
- **Étape 2 :** Définition des priorités : Pondération des critères selon les priorités stratégiques de l'entreprise (par exemple, durabilité vs coûts).
- **Étape 3 :** Évaluation des performances : Chaque méthode est notée sur une échelle standardisée pour chaque critère (0 à 10), basée sur des données scientifiques ou des études de cas spécifiques.
- **Étape 4 :** Analyse des scores : Combinaison des notes et pondérations pour générer des scores globaux, permettant de hiérarchiser les méthodes.
- **Étape 5 :** Optimisation du portefeuille : Utilisation des résultats pour concevoir un portefeuille équilibré, intégrant des solutions à court et long terme.

Publié par l'Association Française pour les Émissions Négatives (AFEN)
<https://afen.fr/>
Mai 2025

Coordinateur de l'ouvrage

Raphaël Cario

Comité de relecture

Karim Rahmani, Vice-Président, AFEN

Julie Gosalvez, Présidente, AFEN

Hugues d'Antin, Délégué Général, AFEN

Sylvain Delerce, Directeur Scientifique, Carbon Gap

Quentin Servais-Laval, Trésorier, AFEN

Remerciements

Attila Szekely, General Manager France, Patch

Marie Geneste, Europe Marketing Lead, Patch

Graphisme

Aithche Smyth