



# Développer une filière durable de l'élimination du carbone en France

Le livre blanc de l'Association Française  
pour les Émissions Négatives

Septembre 2026



## Éditorial

Le monde traverse une période d'incertitudes. La sécurité énergétique, le pouvoir d'achat, la compétitivité industrielle, la défense : autant de sujets qui occupent le débat public et relèguent souvent le climat au second plan. Pourtant, ces préoccupations sont liées. La dépendance aux énergies fossiles fragilise la balance commerciale, expose les ménages aux chocs de prix et maintient la France sous la dépendance d'approvisionnements extérieurs. Chaque euro investi dans la décarbonation de l'économie est un euro investi dans la souveraineté française.

L'élimination du carbone s'inscrit dans cette logique. Sur le climat, la science est claire : réduire drastiquement les émissions est indispensable, mais ne suffira pas. Il s'agit non seulement de compenser les émissions résiduelles de demain, mais aussi de retirer le CO<sub>2</sub> déjà accumulé dans l'atmosphère depuis des décennies. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) estime qu'il faudra éliminer entre 5 et 16 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> par an d'ici 2050 pour maintenir le réchauffement sous 1,5 à 2°C. Sans cela, les objectifs de l'Accord de Paris sont hors d'atteinte.

Et l'élimination du carbone n'est pas qu'un sujet climatique. Développer une filière d'élimination du carbone en France, c'est renforcer la résilience des exploitations agricoles, valoriser les ressources naturelles et forestières des territoires, créer de nouvelles opportunités pour les industries, et bâtir un secteur d'excellence avec des entreprises innovantes et des emplois qui ne se délocalisent pas.

La France a souvent été en avance sur les idées. Elle a porté l'Accord de Paris en 2015, créé en 2018 le Label Bas-Carbone, l'un des premiers cadres nationaux au monde pour la certification des projets carbone. Mais l'avance sur les idées ne suffit pas : sur le solaire, les batteries, les véhicules électriques, la France – comme l'Europe – a tardé à convertir son avance scientifique en industries, laissant près de 90 % de la capacité mondiale de production se concentrer en Asie (AIE, 2024). Le risque est de reproduire cette logique avec l'élimination du carbone : reconnaître sa nécessité sans se donner les moyens de la préparer.

L'élimination du carbone est une nouvelle fenêtre. Elle est encore ouverte – mais pas pour longtemps. Les décisions de ce quinquennat détermineront ce qui sera opérationnel à l'horizon 2035-2040, une période critique pour tenir nos engagements climatiques. Ce livre blanc présente cinq propositions concrètes, à fort effet d'entraînement sur l'investissement privé, pour que la France ne rate pas ce rendez-vous.

*Le bureau de l'AFEN*



## SYNTHÈSE

### L'élimination du carbone, qu'est-ce que c'est ?

L'élimination du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) regroupe un grand nombre d'approches, certaines fondées sur la nature, d'autres plus technologiques, qui permettent d'extraire le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et de le stocker durablement.

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), atteindre la neutralité carbone en 2050 nécessitera d'éliminer entre 5 et 16 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> par an en complément de la réduction des émissions (GIEC, 2022).

#### Stockage de quelques décennies à quelques siècles

Méthodes fondées sur la nature – sols, forêts – souvent matures et peu coûteuses, avec d'importants bénéfices pour la biodiversité et l'agriculture.

#### Stockage de plusieurs siècles à plusieurs millénaires

Méthodes plus technologiques – biochar, altération accélérée des roches, captage direct dans l'air, captage et stockage du bioCO<sub>2</sub> – stabilisant le carbone et le stockant durablement dans les sols, des minéraux, des matériaux, ou des formations géologiques.

### Un impératif climatique et une opportunité économique pour la France

#### Climat

Même avec une décarbonation massive, des émissions résiduelles persisteront en 2050 – d'où la nécessité de maintenir les puits naturels, aujourd'hui en déclin, et de développer les puits technologiques, quasi inexistantes aujourd'hui.

#### Opportunité économique

La filière française pourrait représenter 1 à 2 % du PIB et soutenir une centaine de milliers d'emplois en 2050 (BCG et AFEN, 2025).

#### Souveraineté

Faute de filière domestique, la France devra importer des crédits carbone à des prix qu'elle ne fixera pas, et manquera l'opportunité de renforcer sa compétitivité industrielle et sa résilience agricole.

#### Bénéfices au-delà du carbone

De nombreux projets d'élimination du carbone améliorent la biodiversité, la santé des sols et la résilience agricole – des bénéfices concrets pour les territoires qui les accueillent.

**≈ 60 millions**  
de tonnes

**Les émissions résiduelles de la France en 2050** qui nécessitent d'être compensées par des **puits de carbone**. (Ministère de la Transition Écologique, 2026a)

**25 à 50**  
**milliards d'euros par an**

**La taille du marché de l'élimination du carbone** en France en 2050, l'équivalent de l'industrie pharmaceutique française. (BCG et AFEN, 2025)

**65 000 à 130 000**  
**emplois potentiels**

En 2050, **dans les secteurs agricoles, industriels et tertiaires**. (BCG et AFEN, 2025)

## Cinq propositions pour le quinquennat 2027-2032

Ce quinquennat est décisif : les délais de développement sont longs, qu'il s'agisse de projets industriels ou de gestion forestière, et les décisions prises aujourd'hui détermineront ce qui sera opérationnel à l'horizon 2035-2040.



### Proposition 1

#### **Adopter une stratégie nationale d'élimination du carbone.**

La France dispose d'une feuille de route climatique (la Stratégie Nationale Bas-Carbone, SNBC) et d'une stratégie pour le captage et stockage du CO<sub>2</sub> (stratégie CCUS), mais il lui manque une stratégie dédiée à l'élimination du carbone. Une stratégie nationale interministérielle, intégrée dans un plan national pour l'environnement, donnerait aux acteurs la visibilité nécessaire pour investir et déployer à grande échelle.



### Proposition 2

#### **Stimuler la demande de crédits d'élimination du carbone.**

Pas de filière sans acheteurs. L'État peut créer les conditions d'une demande stable – en clarifiant les cas d'usage, en élargissant les obligations existantes, en soutenant l'intégration dans le marché européen du carbone et en lançant un programme d'achats publics anticipés – pour que les projets français trouvent des débouchés.



### Proposition 3

#### **Proposer des incitations financières et des instruments de garantie.**

Les projets d'élimination du carbone sont rentables à maturité mais risqués en phase de démarrage. Des garanties publiques ciblées et un mécanisme de soutien aux revenus en complément du marché carbone permettraient d'attirer les capitaux privés sans mobiliser massivement des fonds publics.



### Proposition 4

#### **Intégrer des techniques d'élimination du carbone dans un plan d'innovation.**

De nombreux innovateurs français buttent sur le même verrou : financement insuffisant pour passer du stade de la recherche au déploiement industriel, et fuite vers l'étranger. Un pilier dédié – appel à projets spécifique, centres d'innovation mutualisés – permettrait de construire une filière d'excellence en France.



### Proposition 5

#### **Développer les infrastructures de transport et de stockage du CO<sub>2</sub>.**

L'absence d'infrastructures de stockage pénalise la compétitivité des projets français pour certaines approches d'EDC. La France doit formaliser des accords avec les pays voisins, finaliser la réglementation du transport de CO<sub>2</sub> et engager le développement du stockage sur le territoire français – autant de prérequis au passage à l'échelle.

# L'élimination du carbone, un pilier de l'action climatique

## Définition

L'élimination du dioxyde de carbone (EDC) consiste à extraire le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et à le stocker durablement (sols, océans, matériaux, formations géologiques). Elle se distingue de la décarbonation, qui évite d'émettre du carbone : l'EDC retire du carbone déjà émis.

Seule l'EDC génère des émissions négatives, nécessaires pour neutraliser les émissions résiduelles des secteurs difficiles à décarboner (agriculture, industrie lourde, transport longue-distance) et, à plus long terme, ramener les concentrations atmosphériques vers une trajectoire compatible avec 1,5°C.

Les approches, certaines fondées sur la nature, d'autres plus technologiques, diffèrent par leur maturité, leur coût, leurs co-bénéfices et la permanence du stockage.

## Panorama des solutions



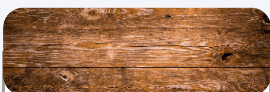
### Gestion des sols agricoles

Les plantes captent le carbone et le stockent sous forme de matière organique dans les sols.



### Boisement et reboisement

Le carbone est capté par photosynthèse et stocké dans le bois, les racines et les sols.



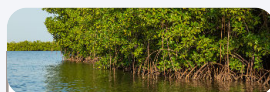
### Produits bois

Le carbone est stocké dans les bâtiments en bois, tant que les forêts sont gérées durablement.



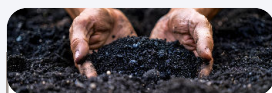
### Restauration des zones humides

Le carbone est retenu dans les tourbières et les sols gorgés d'eau.



### Gestion du carbone bleu

Le carbone est stocké dans les écosystèmes côtiers et marins (mangroves, herbiers marins, marais salés).



### Biochar

La pyrolyse transforme les végétaux en biochar stable, stocké dans les sols ou des produits.



### Minéralisation accélérée

Des roches réagissent avec le CO<sub>2</sub> pour former des minéraux stables, épandues sur les sols ou utilisées dans des matériaux de construction.



### Captage et stockage de CO<sub>2</sub> biogénique

Le CO<sub>2</sub> issu de l'utilisation de biomasse est capté puis stocké durablement (stockage géologique ou matériaux).



### Captage direct dans l'air

Le CO<sub>2</sub> est capté directement dans l'air, ou dans l'eau de mer, puis stocké durablement (stockage géologique ou matériaux).



### Alcalinisation des océans

L'augmentation de l'alcalinité de l'eau accroît sa capacité à absorber le carbone.

## La durée de stockage du carbone : un critère central de distinction

Certaines méthodes, comme le stockage dans les forêts et dans les sols, stockent le carbone sur quelques décennies à siècles. D'autres, comme le biochar, la minéralisation, ou le stockage géologique, le stockent sur plusieurs siècles à millénaires. Cette distinction guide l'usage de l'EDC : une émission fossile durable doit être compensée par une élimination à haute permanence, une émission biogénique de court terme peut l'être par une élimination temporaire.

## Les volumes nécessaires à l'échelle mondiale

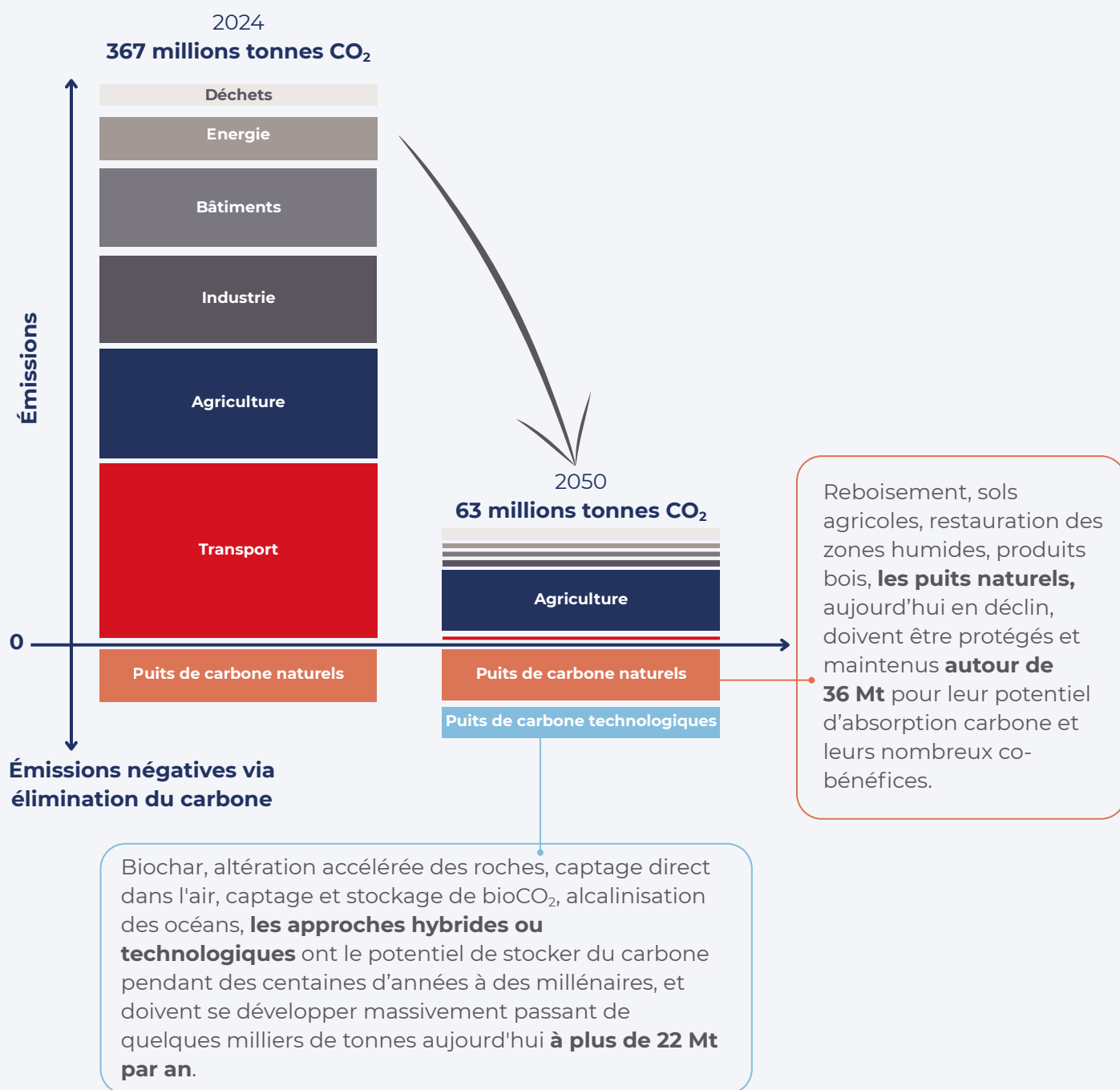
Selon le GIEC, les trajectoires compatibles avec 1,5°C et 2°C **nécessitent 5 à 16 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> éliminées par an d'ici 2050**, en complément de la réduction des émissions (GIEC, 2022).

Les volumes actuels sont d'**environ 2,2 milliards de tonnes par an**, majoritairement issus des puits naturels (forêts, sols). Les méthodes technologiques restent marginales (moins de 0,1 %) mais devront croître rapidement, un rythme comparable à celui du solaire photovoltaïque ou des véhicules électriques lors de leur phase d'accélération (State of CDR, 2026).



## Un impératif climatique

La France s'est engagée à atteindre la **neutralité carbone en 2050** au titre de l'**Accord de Paris**. La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), dont la troisième version a été adoptée en juillet 2026, établit la trajectoire pour y parvenir.



Source : Données du projet de la troisième Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) (Ministère de la Transition écologique, 2026a).

## Un enjeu d'indépendance et de compétitivité

À mesure que la neutralité carbone approche, la demande mondiale en crédits d'élimination va croître rapidement. Le rapport BCG et AFEN (2025) estime qu'environ 15 % de la production cumulée de la prochaine décennie doit être sécurisée dès aujourd'hui - via des contrats d'achat à long terme - pour permettre aux porteurs de projets de lever les capitaux nécessaires au déploiement industriel.

Pour la France, cela représente environ 57 Mt à contractualiser entre 2025 et 2035. Les acteurs publics et privés qui ne disposent pas d'une filière domestique devront acheter ces crédits à l'étranger, au risque d'un déséquilibre commercial, d'une perte de contrôle sur la qualité des crédits et d'une dépendance industrielle nouvelle. La France a la capacité de couvrir ses besoins domestiques et d'exporter du savoir-faire – à condition d'agir maintenant.

Au-delà des besoins de compensation, **l'EDC représente une opportunité concrète de décarbonation, de résilience et de compétitivité pour de nombreux secteurs français :**

### Agriculture

**Le stockage de carbone dans les sols, le biochar et l'altération accélérée des roches** améliorent la santé des sols, limitent l'érosion, favorisent la biodiversité et réduisent la dépendance aux intrants de synthèse – renforçant la résilience des exploitations face aux sécheresses et aux crises énergétiques.

### Industrie

De nombreux sites industriels peuvent **capter leur bioCO<sub>2</sub> et valoriser leurs résidus minéraux** (béton recyclé, résidus miniers) pour générer des émissions négatives, transformant émissions et déchets en source de revenus et renforçant leur compétitivité face à la concurrence internationale. Les **matériaux biosourcés** peuvent se substituer à des matériaux plus émetteurs. Le **captage du bioCO<sub>2</sub> ou de CO<sub>2</sub> de l'air** sont des briques technologiques communes à l'EDC et aux filières de chimie verte.

### Energie

La production d'énergie à partir de biomasse ou de biodéchets (incinérateurs, biocarburants, biométhane) peut **capter et stocker durablement le CO<sub>2</sub> biogénique** émis, générant des émissions négatives et des revenus supplémentaires. Des centres de traitement de déchets peuvent générer des émissions négatives via des approches **d'alcalinisation des eaux usées ou de production de biochar** à partir des boues d'épuration.

### Déchets

### Transport

**Le captage du bioCO<sub>2</sub> et le captage direct dans l'air** sont des briques communes à l'EDC et aux filières de carburants durables, permettant de mutualiser infrastructures et savoir-faire pour renforcer la compétitivité industrielle française.

## Une opportunité économique majeure

Le marché mondial de l'EDC pourrait atteindre **470 à 935 milliards d'euros par an d'ici 2050** (BCG et AFEN, 2025). Les acteurs français peuvent en capter entre 25 et 50 milliards d'euros par an – **soit 1 à 2 % du PIB actuel**, l'équivalent de l'industrie pharmaceutique française.

Le développement de la filière pourrait soutenir **65 000 à 130 000 emplois en 2050**, répartis sur l'ensemble de la chaîne de valeur : ingénierie et exploitation des installations, services de mesure, reporting et de vérification (MRV), intermédiation financière, agriculture et sylviculture régénératives. L'EDC est, par nature, une **politique de cohésion territoriale** : toutes les régions – zones agricoles, bassins industriels, façades maritimes, outre-mer – peuvent y trouver leur place.

## D'autres pays accélèrent

**La France a été pionnière :** Accord de Paris en 2015, initiative « 4 pour 1000 » à la COP21, Label Bas-Carbone en 2018 – l'un des premiers cadres nationaux au monde pour la certification de projets carbone, avec plus de 2 000 projets labellisés à ce jour (Ministère de la Transition Écologique, 2026b). **Cette avance n'a pas été convertie en stratégie industrielle.** La SNBC 3 ne fixe pas d'objectifs sectoriels chiffrés à 2030 ou 2040 pour l'EDC, et aucun mécanisme de financement dédié n'a été déployé à la hauteur des enjeux.

**D'autres pays se mobilisent à une autre échelle, avec des approches qui combinent stratégie nationale, soutien à la recherche et instruments de garantie.**

### Des stratégies nationales dédiées

**L'Allemagne** a publié en 2024 sa stratégie de gestion du carbone (Carbon Management Strategy), et prépare une stratégie spécifique aux émissions négatives (Long-term Negative Emissions Strategy). Elle s'est également dotée d'un département ministériel dédié à l'EDC, une première mondiale (Carbonfuture, 2025). Le **Royaume-Uni** a inscrit un objectif de 5 Mt d'élimination permanente de CO<sub>2</sub> par an d'ici 2030 dans sa feuille de route de décarbonation (Whitehead, 2025). Le **Danemark** dispose d'une stratégie dédiée au biochar, intégrée à sa politique agricole.

### Le soutien à la recherche et aux démonstrateurs

**L'Allemagne** consacre 98 millions d'euros à des projets de R&D sur l'EDC dans son budget 2026, avec des engagements pluriannuels de 320 millions d'euros jusqu'en 2033 (DVNE, 2025). Le **Royaume-Uni** a mobilisé plus de 70 millions de livres sterling via son programme d'innovation Net Zero. Le **Canada** soutient la R&D via des programmes fédéraux et provinciaux, notamment le programme albertain d'incitation au captage du carbone. Les **États-Unis** ont maintenu 1,2 milliard de dollars de financement pour deux hubs de captage direct dans l'air (Carbon Herald, 2026).

### Les garanties et le soutien au déploiement

**Le Canada** a mis en place un crédit d'impôt à l'investissement couvrant 50 % des dépenses en capital des projets de captage, et jusqu'à 60 % pour le captage direct dans l'air, complété par des contrats pour différence carbone et des accords d'achat à long terme via le Canada Growth Fund. Aux **États-Unis**, le crédit d'impôt 45Q reste fixé à 180 dollars par tonne pour le DACCS et 85 dollars pour le BECCS. La **Suède** et le **Danemark** ont mis en place des enchères inversées pour le BECCS, garantissant un prix plancher aux projets sélectionnés au coût le plus bas par tonne. La **Norvège** a financé 80 % d'une première chaîne de valeur CCUS incluant un projet BECCS (Gassnova, 2020), et le **Royaume-Uni** a confirmé jusqu'à 21,7 milliards de livres sterling sur 25 ans pour des clusters industriels de captage et de stockage (DESNZ, 2024).

### Les achats publics

**Plusieurs pays** ont mis en place des programmes dédiés. Les **États-Unis** ont été les premiers à expérimenter cette approche, bien que le programme fasse aujourd'hui face à des incertitudes de financement. Le **Canada** a lancé un programme d'achat anticipé doté de 10 millions de dollars canadiens (Gouvernement du Canada, 2024). **L'Allemagne** a alloué 11,5 millions d'euros à l'achat public de crédits EDC dans son budget 2026 (DVNE, 2025).



## La France a le potentiel de déployer des émissions négatives

**Le rapport BCG et AFEN (2025) estime le potentiel français à 185 à 365 Mt CO<sub>2</sub> éliminées par an en 2050**, supérieur aux  $\approx 60$  Mt de besoin de compensation des émissions résiduelles identifié par la SNBC 3. Cette marge permet de couvrir un besoin réel d'élimination potentiellement plus élevé, à la fois parce que les émissions résiduelles pourraient dépasser cette projection, et parce qu'une partie de la dette carbone historique de la France resterait à traiter (Carbon Gap, 2026), le tout restant dans ce que le pays peut raisonnablement déployer.

**Premier pays agricole d'Europe et quatrième espace forestier européen, la France dispose d'un socle mature pour les méthodes fondées sur la nature** : amélioration de la gestion forestière, stockage du carbone dans les sols, restauration des écosystèmes côtiers, produits bois. Les produits bois peuvent croître par réorientation de flux de bois déjà récolté vers des usages à plus forte valeur carbone (construction plutôt que papier ou énergie), sans augmenter les volumes prélevés.

**Les approches hybrides et technologiques représentent une opportunité de 44 milliards d'euros par an en 2050** (BCG et AFEN, 2025) :

- **La vaste activité agricole française offre un potentiel élevé pour le biochar et l'altération accélérée des roches** (ERW) – avec des co-bénéfices sur la résilience des sols et la réduction des intrants.
- **Le BioCCS peut être d'ores et déjà déployé sur des installations existantes de valorisation de biomasse** – méthaniseurs, incinérateurs, chaudières industrielles, unités de biocarburants – sans augmenter les usages de biomasse. Le gisement disponible est estimé autour de 22 Mt de CO<sub>2</sub> par an (à ne pas confondre avec le besoin de puits technologiques, du même ordre de grandeur en 2050), avec un potentiel de croissance associé à la production de gaz verts (Club CO<sub>2</sub>, 2026).
- **La France dispose par ailleurs de capacités de stockage géologique prouvées estimées à environ 1,1 Gt CO<sub>2</sub>**, réparties entre le bassin parisien, l'Aquitaine et la vallée du Rhône (ADEME, 2025), et son mix électrique largement décarboné constitue un atout structurel pour le développement du captage direct dans l'air (DACCS).

**Enfin, avec plus de 10 millions de km<sup>2</sup> de zone économique exclusive** – le deuxième domaine maritime mondial – la France possède une ressource sous-exploitée pour les méthodes océaniques émergentes : amélioration de l'alcalinité des eaux, carbone bleu, enfouissement d'algues, etc.



## Des spécificités territoriales

**L'EDC est, par nature, un sujet profondément local.** Chaque méthode dépend de conditions territoriales spécifiques : la présence de forêts ou de surfaces agricoles pour les solutions fondées sur la nature, la proximité d'industries lourdes ou de sites de biométhane pour le captage et stockage de bioCO<sub>2</sub>, les capacités géologiques et portuaires pour le transport et le stockage du CO<sub>2</sub>. Les projets s'implantent souvent en dehors des grandes métropoles, dans des territoires ruraux ou industriels qui y trouvent une source de diversification économique – comme le projet ERW de ClimeRock dans le Cantal ou les unités de biochar en Côte-d'Or et dans la Nièvre.

La **cartographie établie par l'AFEN (2026)** identifie trois régions en tête :

- **le Grand Est**, qui concentre huit projets dont quatre déjà opérationnels, s'appuyant sur un tissu industriel dense et des corridors de transport du CO<sub>2</sub> en développement ;
- **la Nouvelle-Aquitaine**, premier espace forestier et agricole de France, encore sous-représentée en projets ;
- et les **Hauts-de-France**, dont le potentiel industriel et portuaire est considérable malgré peu de projets recensés à ce stade.

D'autres régions – Provence-Alpes-Côte d'Azur, Auvergne-Rhône-Alpes, Normandie – présentent également un potentiel élevé.



## De nombreux acteurs se structurent en France

L'écosystème privé se structure. Sur les puits naturels, **deux tiers des 6,41 MtCO<sub>2</sub>eq d'impact comptabilisé par les projets Label Bas-Carbone validés au 31 mars 2025** sont délivrés par des projets de séquestration carbone dans les forêts, les sols agricoles et les produits bois (I4CE, 2025).

Sur les puits technologiques, **l'AFEN recense plus d'une vingtaine de projets en France**, portés par des start-ups innovantes et des industriels (AFEN, 2026).

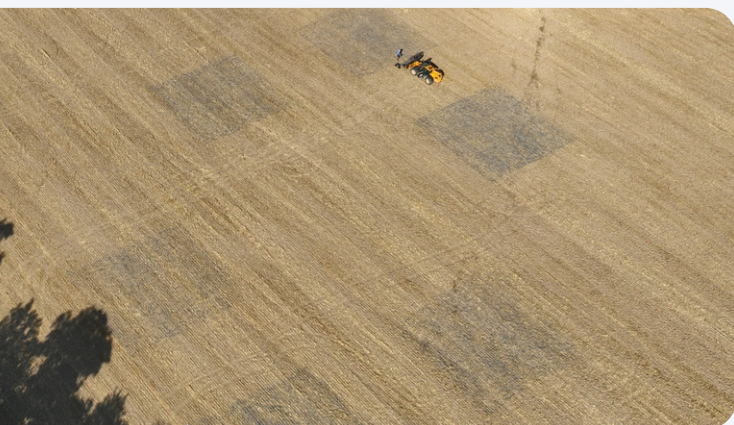
À l'heure d'une innovation fragmentée, la fragilité de l'écosystème est réelle partout dans le monde : concentration des acteurs, incertitude sur la demande, dépendance à quelques acheteurs (State of CDR, 2026). **La France doit soutenir activement son écosystème** pour ne pas voir ses acteurs fragilisés par ce contexte global.

“ Dans notre collectif, 23 agriculteurs valorisent déjà leurs déchets agricoles dans un méthaniseur, pour environ 4,5 millions d'euros de revenus locaux par an. La prochaine étape, c'est de capter aussi le CO<sub>2</sub> qui en sort. ”

**Jean-Marie Simerman**, maire sortant de Moyenvic, agriculteur et vice-président de l'Association des Méthaniseurs du Grand Est.



Site de méthanisation où sera implanté un pilote de **captage de CO<sub>2</sub> biogénique** développé par l'entreprise Carbon Impact, à Haraucourt sur Seille (**Grand Est**).



Un projet d'**altération accélérée des roches** de l'entreprise **ClimeRock** pilote l'épandage de poudre de roches basaltiques dans un champ à Saint-Flour (**Auvergne-Rhône-Alpes**).

“ Les agriculteurs sont pris entre le marteau du réchauffement climatique et l'enclume de la rentabilité de leur exploitation. L'altération accélérée des roches ouvre une nouvelle voie pour conjuguer productivité agricole, santé des sols et élimination durable du CO<sub>2</sub> atmosphérique. ”

**Arthur Chabot**, CEO de ClimeRock.

“ En minéralisant le CO<sub>2</sub> dans les matériaux de construction, nous visons également à réduire les coûts de séquestration du CO<sub>2</sub> via la création de valeur ajoutée dans les produits traités. ”

**Fabien Michel**, CEO de CarboRock.



OCAAPI, pilote de **minéralisation accélérée** de CO<sub>2</sub> dans du béton recyclé opéré par l'entreprise CarboRock sur le site de la carrière Nexstone, à Chauvé (**Pays de la Loire**).



# Propositions pour le quinquennat 2027-2032

L'AFEN formule des propositions concrètes autour de cinq thématiques, à fort effet d'entraînement sur l'investissement privé, pour que la France structure sa filière d'élimination du carbone.

## Pourquoi agir maintenant ?

La France dispose de tous les atouts pour construire une réponse ambitieuse, mais chaque année sans stratégie nationale est une année de retard difficile à rattraper. Qu'il s'agisse de puits technologiques ou naturels, il y a urgence.

Les projets EDC technologiques nécessitent études, permis, financement et construction : plus de dix ans séparent souvent les premières décisions publiques de la mise en opération, comme en témoignent les projets européens qui se mettent tout juste en route.

Pour les puits naturels, les pratiques engagées aujourd'hui – gestion forestière, agriculture régénératrice, restauration des sols – déterminent l'état des écosystèmes à l'horizon 2035-2040 ; et les dégradations en cours, si elles ne sont pas stoppées rapidement, sont difficiles à inverser.

Dans les deux cas, les signaux politiques et financiers de ce quinquennat détermineront ce qui sera opérationnel et productif à l'horizon 2035-2040 – une période critique pour tenir les engagements climatiques français.



## Proposition 1

### **Adopter une stratégie nationale d'élimination du carbone.**

La France s'est dotée d'une Stratégie Nationale Bas-Carbone qui fixe des objectifs de réduction des émissions, et d'une stratégie nationale pour le développement du CCUS en 2023. Il lui manque aujourd'hui un volet dédié à l'élimination du carbone, qui s'inscrirait naturellement dans un plan national pour l'environnement cohérent et complet.

Une stratégie nationale EDC, élaborée sous l'autorité conjointe des ministères de la Transition écologique, de l'Industrie et de l'Agriculture, devrait fixer :

**Des objectifs sectoriels et chiffrés à 2030, 2040 et 2050**, distincts pour la réduction des émissions brutes, l'élimination temporaire et l'élimination permanente, conformément à la recommandation du Comité consultatif scientifique européen sur le changement climatique (ESABCC, 2025) reprise par le Haut Conseil pour le Climat (2026).

**Une planification des ressources nécessaires au déploiement** – capacités de stockage géologique, besoins en électricité décarbonée, biomasse disponible – en cohérence avec les autres priorités nationales (électrification des usages, hydrogène, industrie, bâtiment) pour éviter les conflits d'usage, et en coordination avec la stratégie nationale CCUS.

**Des principes directeurs garantissant l'intégrité climatique** : l'EDC complète la réduction des émissions sans s'y substituer ; seules les méthodes dont les volumes éliminés sont mesurables, vérifiables et durables ont une valeur climatique ; les émissions fossiles résiduelles ne peuvent être neutralisées que par de l'EDC permanente.

**Une déclinaison territoriale** associant régions, métropoles et outre-mer selon leurs atouts spécifiques.



## Proposition 2

### **Stimuler la demande de crédits d'élimination du carbone.**

**Créer un signal de demande clair et stable est une condition nécessaire pour que les porteurs de projets sécurisent des financements et passent à l'échelle. Sans acheteurs engagés, aucune filière ne peut se structurer.**

#### **Clarifier les cas d'usage pour les acheteurs**

Un prérequis à toute demande privée : clarifier quels crédits sont éligibles pour quelle trajectoire de neutralité carbone. Pour les crédits nature (carbon farming), clarifier les incitations pour les acheteurs – co-bénéfices biodiversité, qualité des sols – et l'articulation entre le Label Bas-Carbone et le cadre européen CRCF, afin que les acheteurs sachent quels crédits sont reconnus et sous quel référentiel. Des travaux d'alignement sont en cours, avec des versions harmonisées des méthodes Boisement et Grandes Cultures prévues d'ici 2027 (Ministère de la Transition écologique, 2026c).

#### **Élargir les mécanismes de demande réglementaire nationale**

La loi Climat et Résilience oblige depuis 2022 les compagnies aériennes opérant des vols intérieurs à compenser 100 % de leurs émissions via des crédits carbone labellisés (Loi Climat et Résilience, 2021). Ce dispositif a constitué une avancée réelle pour stimuler la demande de crédits LBC et pourrait être étendu à d'autres secteurs soumis à des obligations de compensation ou de neutralité.

#### **Soutenir la demande réglementaire européenne**

La France doit soutenir, au Conseil de l'UE et au Parlement européen, l'adoption de la proposition de refonte du SEQUE/EU-ETS, qui ouvrirait un marché réglementaire pour le BioCCS et le DACCS (Commission Européenne, 2026). Ce périmètre doit s'élargir à l'ensemble des méthodes d'EDC permanente, sous réserve de mécanismes robustes de suivi, de vérification et de responsabilité en cas de réversibilité.

En parallèle, la France doit demander des perspectives claires pour la reconnaissance et le financement des puits naturels dans les futurs marchés de conformité.

#### **Lancer un programme d'achats publics anticipés**

L'État peut jouer un rôle moteur en devenant acheteur de crédits EDC à différentes échelles – nationale, régionale, communale. Un programme d'achats publics anticipés, inspiré du modèle allemand, sécuriserait un débouché pour les premiers projets français tout en catalysant les achats privés.



### Proposition 3

## Proposer des incitations financières et des instruments de garantie.

**Réduire le risque financier perçu par les investisseurs est un prérequis au passage à l'échelle. Les projets EDC sont rentables à maturité mais risqués en phase de démarrage : sans instruments adaptés, les capitaux privés ne se mobilisent pas. Un panier d'instruments complémentaires, s'inscrivant dans une politique industrielle ambitieuse, peut être activé progressivement.**

#### Mettre en place des mécanismes de garantie

Des garanties publiques ciblées, couvrant les risques liés à la performance, aux prix ou aux volumes des crédits générés, permettraient d'attirer des capitaux privés sans mobiliser massivement des fonds publics.

Pour les projets forestiers et agricoles en particulier, des fonds mixtes publics-privés, sur le modèle du Forest Resilience Bond ou du Dutch Fund for Climate and Development, peuvent réduire le risque pour les porteurs de projets nature.

#### Mettre en place un mécanisme de soutien aux revenus en complément des marchés carbone

Même avec une intégration progressive dans le SEQUE, le différentiel entre le prix du marché carbone et le coût réel des technologies EDC nécessite un mécanisme de soutien au revenu dédié. Un crédit d'impôt EDC sur le modèle du 45Q américain, ou des contrats pour différence carbone (CCfD) sécurisant un prix plancher, rendraient les projets bancables dès la phase de démarrage.

Certains mécanismes de décarbonation industrielle existants gagneraient à être adaptés. C'est le cas du crédit d'impôt « investissements dans l'industrie verte » (C3IV), issu de la loi de 2023, qui soutient déjà les batteries, l'hydrogène, le solaire et les pompes à chaleur. Autre outil : l'appel à projets « Grands Projets Industriels de Décarbonation » (GPID) de l'ADEME (France 2030). Alors que quatre projets CCUS ont été financés au premier tour et qu'un second appel court jusqu'en septembre 2026 (Ministère de l'Économie, 2026), y intégrer les projets EDC – via le CO<sub>2</sub> biogénique ou la minéralisation dans la construction – maximiserait les synergies entre décarbonation industrielle et élimination du carbone.



## Proposition 4

### **Intégrer des techniques d'élimination du carbone dans un plan d'innovation.**

De nombreux secteurs innovants souffrent du même constat : après les financements amont (recherche fondamentale, amorçage), il n'existe pas d'enveloppe adaptée pour franchir la « vallée de la mort » entre démonstration et déploiement industriel, ce qui pousse les innovateurs à lever des fonds à l'étranger. L'EDC partage ce problème et souffre en plus d'un sous-investissement structurel : très peu de financement dédié à la recherche, non-éligibilité de l'EDC à certains programmes d'innovation, et une poignée d'enveloppes généralistes insuffisantes. Un plan d'innovation intégrant un pilier EDC permettrait de combler ces lacunes, selon deux axes.

#### **Soutien aux pilotes et démonstrateurs**

D'une part, **adapter les dispositifs existants pour lever les blocages actuels** : élargir certains programmes de décarbonation industrielle (Decarb IND, Decarb Flash, iBaC, DemiBac), aujourd'hui limités aux approches EDC reposant sur le captage, stockage et utilisation du CO<sub>2</sub> ; et simplifier l'accès aux appels à projets européens, dont la préparation reste trop lourde pour des porteurs de projets de taille modeste.

D'autre part, **créer un appel à projets spécifique à l'EDC**, opéré par l'ADEME et Bpifrance dans le cadre de France 2030 ou de son successeur, avec des procédures accélérées adaptées à la taille des porteurs de projets. Pour les puits naturels, l'innovation doit permettre d'améliorer les outils de mesure, reporting et vérification (MRV) afin d'en réduire les coûts. Pour les puits technologiques, il s'agit de financer des démonstrateurs industriels et des pilotes pour les méthodes émergentes. Sur les méthodes océaniques notamment, la France dispose avec l'IFREMER, le CNRS et son domaine maritime (deuxième mondial) d'un avantage compétitif unique, mais un fort besoin de recherche demeure sur leur potentiel et impact.

#### **Des centres d'innovation mutualisés**

La création de centres d'innovation mutualisés, sur le modèle canadien (Deep Sky en Alberta, hub de minéralisation au Québec), permettrait de partager des infrastructures coûteuses et de favoriser les synergies entre acteurs industriels. Le CaptureLab de Holcim, près de Toulouse (Martres-Tolosane), constitue une première étape en France : cette plateforme est ouverte à des partenaires (Holcim, 2026). Les bassins de Dunkerque, Fos-sur-Mer et Le Havre constituent des candidats naturels pour un centre véritablement mutualisé.



## Proposition 5

### Développer les infrastructures de transport et de stockage du CO<sub>2</sub>.

**L'absence d'infrastructures de transport et de stockage géologique pénalise directement la compétitivité des projets EDC technologiques français. Sans accès à des capacités de stockage abordables, les projets BECCS et DACCS ne peuvent pas être compétitifs face à leurs homologues européens, notamment dans les appels à projets de l'Innovation Fund ou d'Horizon Europe.**

#### Développer le stockage géologique domestique

La France dispose de capacités de stockage géologique prouvées estimées à environ 1,1 Gt CO<sub>2</sub>, réparties entre le bassin parisien, l'Aquitaine et la vallée du Rhône, sur un gisement théorique de 27 Gt (ADEME, 2025). Cette ressource est encore très peu développée. Engager les études et investissements nécessaires dans ces trois bassins est un enjeu de souveraineté industrielle à long terme.

#### Formaliser des accords de stockage transfrontaliers

À court terme, la priorité est de formaliser des accords de stockage avec les pays voisins disposant de capacités – Pays-Bas, Royaume-Uni, Italie – en s'appuyant sur les accords déjà signés avec la Norvège et le Danemark.

#### Intégrer l'EDC dans la réglementation et la planification des infrastructures de transport de CO<sub>2</sub>

Finaliser la réglementation des infrastructures de transport de CO<sub>2</sub>, en garantissant un accès ouvert, transparent et non discriminatoire, et en intégrant explicitement les projets BECCS et DACCS dans la planification. Les infrastructures multimodales – train, barge, camion – sont particulièrement importantes pour collecter le CO<sub>2</sub> biogénique de sources diffuses, comme les petites unités de biométhane ou les incinérateurs de taille moyenne.

## Conclusion

**Le quinquennat 2027-2032 sera celui où la France décidera, ou non, de prendre place parmi les pays leaders de l'élimination du carbone.** Cette décision n'engage pas seulement la trajectoire climatique nationale : elle engage la souveraineté industrielle française dans l'un des secteurs les plus stratégiques du siècle.

**L'EDC n'est pas une solution miracle.** Elle ne se substitue pas à la réduction massive des émissions brutes, ni aux efforts d'adaptation des infrastructures critiques. Elle n'autorise pas l'inaction climatique, et l'AFEN sera toujours vigilante face aux usages qui tendraient à la dévoyer en alibi de procrastination écologique.

**Mais elle est désormais une composante indispensable de toute trajectoire crédible vers la neutralité carbone,** et elle constitue pour la France une opportunité économique et industrielle considérable. Les ressources naturelles sont là. L'excellence scientifique est là. Le tissu industriel est là. Les porteurs de projets pionniers sont là. Il manque la décision politique de bâtir la filière.

**Les cinq propositions formulées dans ce livre blanc constituent un socle minimal et consensuel.** L'AFEN se tient à la disposition de toutes les équipes programmatiques pour approfondir ces propositions et faciliter la rencontre avec les acteurs de la filière.



# Glossaire et acronymes

**BECCS/BioCCS** : Bioénergie avec captage et stockage du carbone ou captage et stockage de CO<sub>2</sub> biogénique. Captage et stockage durable du CO<sub>2</sub> émis lors de la conversion de biomasse.

**CCUS** : Carbon Capture, Utilisation and Storage. Captage et stockage ou utilisation du carbone fossile à la source industrielle. Se distingue de l'EDC : il s'agit d'éviter ou d'utiliser une émission, non d'éliminer du carbone déjà dans l'atmosphère.

**CRCF** : Carbon Removal and Carbon Farming Certification. Cadre européen de certification des absorptions de carbone, adopté en 2024.

**DACCS** : Captage et stockage direct du carbone dans l'air ambiant.

**EDC** : Élimination du Dioxyde de Carbone. Ensemble des méthodes permettant d'extraire le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et de le stocker durablement. Équivalent de CDR (Carbon Dioxide Removal) en anglais.

**ERW** : Enhanced Rock Weathering. Altération accélérée des roches. Épandage de roches silicatées finement broyées sur les sols pour accélérer leur réaction avec le CO<sub>2</sub>.

**GPID** : Grands Projets Industriels de Décarbonation.

**LBC** : Label Bas-Carbone. Cadre français de certification volontaire des projets de réduction et de séquestration des émissions, créé en 2018.

**MRV** : Mesure, Reporting et Vérification. Ensemble des protocoles permettant de quantifier et de certifier les volumes de carbone éliminés.

**SEQUE / EU-ETS** : Système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne. Marché réglementaire du carbone.

**SNBC** : Stratégie Nationale Bas-Carbone. Feuille de route française pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

# Bibliographie

**ADEME (2025).** Estimations des capacités de stockage de CO<sub>2</sub> en France.

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/EVASTOCO2\\_R%C3%A9sum%C3%A9\\_Rev\\_2025-06.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/EVASTOCO2_R%C3%A9sum%C3%A9_Rev_2025-06.pdf)

**AFEN (2026).** La force des territoires au cœur de l'élimination du carbone : projets existants et potentiel de déploiement. <https://afen.fr/ressources-et-evenements/la-force-des-territoires-au-coeur-de-ledc-projets-existants-et-potentiel-de-deploiement/>

**Agence International de l'Énergie (AIE) (2024).** Energy Technology Perspectives 2024.

<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>

**BCG et AFEN (2025).** Élimination du dioxyde de carbone : atteindre le plein potentiel français.

<https://www.bcg.com/publications/2025/france-elimination-du-dioxyde-de-carbone-atteindre-le-plein-potentiel-francais>

**Carbon Gap (2026).** Are EU countries' carbon removal plans aligned with the Paris Agreement?

<https://tracker.carbongap.org/care-calculator/>

**Carbon Herald (2026).** Trump Administration Preserves Federal Funding For US DAC And Hydrogen Hubs.

<https://carbonherald.com/trump-administration-preserves-federal-funding-for-us-dac-and-hydrogen-hubs/>

**Carbonfuture (2025).** Climate and CDR Policy Brief: Germany.

<https://www.carbonfuture.com/resources/climate-and-cdr-policy-brief-germany>

**Club CO<sub>2</sub> (2026).** Études sur les gisements actuels et futurs de CO<sub>2</sub> biogénique en France et sur les

marchés de valorisation du CO<sub>2</sub>. <https://librairie.ademe.fr/industrie-et-production-durable/9278-etudes-sur-les-gisements-actuels-et-futurs-de-co2-biogenique-en-france-et-sur-les-marches-de-valorisation-du-co2.html>

**Commission Européenne (2026).** Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC and Decision (EU) 2015/1814 as regards driving

competitiveness and cost-effective decarbonisation. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2026:616:FIN>

**DESNZ (2024).** Carbon capture, usage and storage : Track-1 cluster sequencing.

<https://www.gov.uk/government/collections/uk-carbon-capture-usage-and-storage-ccus>

**DVNE (2025).** € 500 m for CDR in Germany. <https://dvne.org/en/news-en/e-500-m-for-cdr-in-germany/>

**European Scientific Advisory Board on Climate Change (2025).** Scaling up carbon dioxide

removals – Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU. [https://climate-](https://climate-advisory-board.europa.eu/news/new-report-from-the-eus-climate-advisory-board-outlines-recommendations-to-scale-up-carbon-dioxide-removals-while-addressing-opportunities-and-risks)

[advisory-board.europa.eu/news/new-report-from-the-eus-climate-advisory-board-outlines-recommendations-to-scale-up-carbon-dioxide-removals-while-addressing-opportunities-and-risks](https://climate-advisory-board.europa.eu/news/new-report-from-the-eus-climate-advisory-board-outlines-recommendations-to-scale-up-carbon-dioxide-removals-while-addressing-opportunities-and-risks)

**Gassnova (2020).** Longship – Carbon capture and storage

<https://www.regjeringen.no/contentassets/943cb244091d4b2fb3782f395d69b05b/en-gb/pdfs/stm201920200033000engpdfs.pdf>

**Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2022).** Changement

climatique 2022 : atténuation du changement climatique. Contribution du Groupe de travail III au sixième rapport d'évaluation. ipcc.ch. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>

# Bibliographie

**Gouvernement du Canada (2024).** Government of Canada commits to purchase carbon dioxide removal services to green government operations and achieve net-zero emissions. <https://www.canada.ca/en/treasury-board-secretariat/news/2024/10/government-of-canada-commits-to-purchase-carbon-dioxide-removal-services-to-green-government-operations-and-achieve-net-zero-emissions.html>

**Haut Conseil pour le Climat (2026).** Avis sur le projet de troisième stratégie nationale bas-carbone (SNBC 3). <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/avis-sur-le-projet-de-troisieme-strategie-nationale-bas-carbone-snbc-3/>

**Holcim (2026).** Capture Lab. <https://www.holcim.com/who-we-are/our-stories/capture-lab>

**I4CE (2025).** Le Label Bas-Carbone : quel bilan après six ans d'existence ? <https://www.i4ce.org/publication/label-bas-carbone-bilan-six-ans-existence-climat/>

**Loi Climat et Résilience (2021).** Décret n° 2022-667 du 26 avril 2022 relatif à la compensation des émissions de gaz à effet de serre. [legifrance.gouv.fr](https://www.legifrance.gouv.fr).

**Ministère de la Transition écologique (2024).** État des lieux et perspectives du déploiement du CCUS en France. <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/Actualites/2024/etat-des-lieux-et-perspectives-de-deploiement-du-ccus-en-france.pdf>

**Ministère de la Transition écologique (2026a).** Stratégie Nationale Bas-Carbone - troisième édition. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/3e-strategie-nationale-bas-carbone-snbc-3>

**Ministère de la Transition Écologique (2026b).** Les projets labellisés. <https://label-bas-carbone.ecologie.gouv.fr/liste-projets-labellises> (juillet 2026).

**Ministère de la Transition écologique (2026c).** Second comité des usagers du Label Bas-Carbone, <https://label-bas-carbone.ecologie.gouv.fr/actualites/retour-sur-le-premier-comite-des-usagers-du-label-bas-carbone>

**Ministère de l'Économie (2026).** Stratégie nationale CCUS : l'État accélère la décarbonation industrielle. <https://www.ecologie.gouv.fr/presse/strategie-nationale-ccus-letat-accelere-decarbonation-industrielle>

**State of CDR (2026).** The State of Carbon Dioxide Removal, 3e édition. [stateofcdr.org. https://www.stateofcdr.org/report/3rd-edition](https://www.stateofcdr.org/report/3rd-edition)

**Whitehead (2025).** Independent Review of Greenhouse Gas Removals. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/68f8d27a0794bb80118bb764/independent-review-of-ggr.pdf>

# À propos de l'AFEN

L'Association Française pour les Émissions Négatives (AFEN) a été fondée en avril 2024. Elle est l'association professionnelle qui accompagne et structure l'émergence de la filière des émissions négatives en France.

**L'AFEN poursuit deux objectifs complémentaires :** contribuer à l'atteinte des objectifs climatiques français en soutenant le déploiement rigoureux et à grande échelle des méthodes d'EDC ; et faire émerger une filière économique majeure, compétitive et innovante, ancrée dans les territoires français et porteuse de souveraineté industrielle.

**L'AFEN fédère un écosystème complet :** producteurs de crédits EDC (start-ups et industriels), grandes entreprises acheteuses, investisseurs et intermédiaires de marché, instituts de recherche et acteurs du MRV.

[contact@afen.fr](mailto:contact@afen.fr) · [www.afen.fr](http://www.afen.fr)

Édition 2026 - Document destiné à la publication