



T H É M A

Essentiel



Les émissions négatives de dioxyde de carbone : quels enjeux pour les politiques publiques ?

JUILLET 2026

Les émissions négatives incluent les techniques d'élimination du dioxyde de carbone (EDC) et les technologies de capture, stockage et usage du carbone (CCUS). Elles occupent une place croissante dans les discussions relatives aux stratégies d'atténuation du changement climatique, notamment dans le contexte des objectifs de l'Accord de Paris et des engagements nationaux en matière de neutralité carbone. Encore récentes, ces techniques suscitent de nombreuses interrogations quant à leur efficacité, leurs risques, leur intégration dans les politiques publiques, ainsi qu'à leur comptabilisation dans les efforts de décarbonation et de sobriété. Le 21 janvier 2026, la sous-direction recherche du Commissariat général au développement durable (CGDD) et l'Agence de programme « Climat, biodiversité et sociétés durables », pilotée par le CNRS, ont co-organisé des « rencontres recherche » sur ce sujet. Ces rencontres ont permis d'échanger entre des administrations de plusieurs ministères et des experts scientifiques de différentes disciplines, afin d'explorer la thématique sous des angles techniques, économiques et politiques. Cette publication vise à en restituer les grandes lignes.

LES ÉMISSIONS NÉGATIVES, DE QUOI PARLE-T-ON ?

Les émissions négatives renvoient aux méthodes de capture et de stockage à long terme du dioxyde de carbone, qui résultent d'une intervention humaine.

Dans la perspective de l'Accord de Paris¹, ces méthodes visent à compenser les émissions résiduelles, à corriger un

dépassement temporaire et/ou à restaurer les puits de carbone affaiblis.

Le **CCUS**², est un outil de décarbonation de l'industrie, qui vise à capter et stocker le dioxyde de carbone issu des sites industriels. Ces méthodes sont considérées de manière distincte des techniques d'Élimination du Dioxyde de Carbone (EDC), qui elles captent du CO₂ atmosphérique.

Deux catégories d'EDC sont généralement identifiées :

- Les « **Solutions fondées sur la nature** » (SfN)

Malgré leur rôle important, leur potentiel de captation est plafonné en raison de limites biophysiques. *Exemple : pratiques agroécologiques, restauration des zones humides, reforestation...*

- Les **techniques non-conventionnelles**

Ces différentes techniques, plus récentes, font encore l'objet de lacunes de connaissances (efficacité, coût, impacts induits, énergie...) et la capacité de leur déploiement à grande échelle reste généralement incertaine (les résultats obtenus *in silico* pourraient ne pas être transposables *in situ*). Exemple : DACCS³, BECCS⁴, Biochar, alcalinisation des océans, érosion accélérée (ERW), immersion de la biomasse...

LES ÉMISSIONS NÉGATIVES : UNE NÉCESSITÉ, BIEN QUE LA PRIORITÉ RESTE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Les techniques d'émissions négatives sont nécessaires pour atteindre les objectifs de neutralité carbone : les scénarios

¹ + 1.5°/2° C par rapport aux niveaux préindustriels, en arrivant à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre au cours de la deuxième moitié du siècle.

² Capture, utilisation et séquestration du dioxyde de carbone.

³ Captage direct du dioxyde de carbone dans l'air et stockage.

⁴ Bioénergie avec captage et stockage de dioxyde de carbone.

Les émissions négatives de dioxyde de carbone : quels enjeux pour les politiques publiques ?

du sixième rapport d'évaluation du GIEC (AR6) compatibles avec l'objectif de 1,5° C prévoient tous d'y recourir (BECCS, puis DACCS et AFOLU)⁶. Au niveau national, la troisième édition de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) prévoit 60 Mt CO₂ captées par des émissions négatives par an en 2050 (dont 37 Mt CO₂ par les puits naturels, 15 Mt CO₂ de BECCS et 6 Mt CO₂ de DACCS en 2050), dépendant de la santé des forêts, et du passage à l'échelle des technologies de capture du carbone.

Cependant, la réduction des émissions brutes de CO₂ reste la priorité pour respecter l'Accord de Paris (priorité soutenue par le GIEC et par la France), et l'intégration des techniques d'émissions négatives dans les scénarios du GIEC reste l'objet d'interrogations, voire de controverses au sein de la communauté scientifique, car jugées parfois trop optimistes quant à leur potentiel réel, et à leur capacité de passage à l'échelle. En réponse, les auteurs du GIEC travaillent actuellement à l'intégration de nouvelles contraintes dans les modèles (par exemple, les conflits d'usage des ressources pour les BECCS), et à la meilleure prise en compte des analyses d'impact (rendue difficile par le corpus scientifique encore réduit sur ce sujet). En France, l'ensemble des politiques publiques en la matière se fondent sur les travaux et résultats scientifiques. En particulier, la SNBC reste prudente vis-à-vis du recours aux techniques d'émissions négatives et s'oppose au principe d'urgence, ne prévoyant un usage de celles validées scientifiquement, qu'à l'horizon 2035/2040.

La recherche française se structure pour répondre à ces enjeux, notamment au travers de la comptabilisation du carbone et des effets induits. Elle s'intéresse notamment aux aspects suivants :

• **Analyse de cycle de vie (ACV)** : visant une compréhension holistique des impacts et facteurs indispensables pour caractériser le bénéfice potentiel des techniques, tels que l'énergie, les substitutions, usages de ressources et transferts d'impacts sur d'autres limites planétaires...

• **Suivi, rapportage et vérification (MRV - monitoring reporting, verification)** : des méthodologies robustes sont essentielles pour comptabiliser le carbone capté et séquestré. Aujourd'hui, ces mécanismes sont développés par des acteurs privés et ne sont pas encore opérationnels. En outre, l'étude d'alternatives étatiques, internationales, rigoureuses et neutres serait pertinente.

DES PERSPECTIVES ÉCONOMIQUES CONDITIONNÉES À LA CRÉDIBILITÉ ET À UNE GOUVERNANCE SOLIDE

• Une mise sur le marché conditionnée à la résolution des lacunes scientifiques

Le développement éventuel de marchés de crédits carbone⁸ pour les techniques d'émissions négatives devra se fonder sur des méthodologies crédibles et crédits carbone robustes et intègres, répondant aux critères suivants : quantification, additionnalité, permanence du stockage et durabilité. Au niveau européen, de tels standards sur la qualité des crédits et un registre géré par la Commission européenne sont en cours de mise en place depuis l'adoption du règlement *Carbon Removals and Carbon Farming* (CRCF) en 2024⁹. La recherche et l'innovation sont des étapes préalables nécessaires afin de résoudre les lacunes scientifiques, qui permettront d'évaluer la conformité des techniques avec les critères précédents. Les marchés seuls (exemple du type système européen d'échange de quotas d'émissions) sont insuffisants pour permettre le développement des techniques d'émissions négatives immatures, dont le coût est plus élevé que les prix du carbone

• **Réguler le produit échangé (carbone)** : pour les techniques validées scientifiquement, des certifications devront être conçues et basées sur des méthodes de MRV robustes et un mécanisme de responsabilité, pour permettre à la fois le développement de la filière et l'imposition de cadres environnementaux non-dépassables (garde-fou). Le règlement CRCF précité contribue à fixer des standards de référence contribuant à ces objectifs.

• **Identifier les responsabilités lors d'incidents techniques** : en cas d'approvisionnement et de séquestration potentiellement défaillantes, l'attribution des impacts/dommages devra être déterminée, dans le cadre de chaînes de valeur longues et complexes.

UN BESOIN DE POLITIQUES PUBLIQUES CLAIRES, SUR DES TECHNOLOGIES PERTINENTES ET TERRITORIALISÉES

• **Répondre aux lacunes de connaissances** : celles-ci sont encore nombreuses, notamment à propos du potentiel, très incertain, de ces solutions, ainsi que leurs impacts. La mise

ENCADRÉ

Les émissions négatives en quelques chiffres

➔ **Les capacités actuelles = 2,2 GtCO₂/an captées en 2020⁷**

• **99 %** issues de « Solutions fondées sur la nature »

• **0,1 %** issues des techniques non conventionnelles.

➔ **Pour respecter l'Accord de Paris**, entre **3,5** et **17,9** GtCO₂/an devraient être captées en **2050**, en fonction des scénarios considérés.

⁵ Utilisation des terres, ses changements, l'agriculture et la forêt.

⁶ Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.

⁷ Smith, S. M., et al. (2024). The State of Carbon Dioxide Removal - 2nd Edition.

⁸ Voir Direction générale du Trésor, novembre 2025, Trésor Éco n°375, « Le rôle des crédits carbone pour le financement des objectifs climatiques mondiaux »

⁹ Règlement (UE) 2024/3012 du 27 novembre 2024

Les émissions négatives de dioxyde de carbone : quels enjeux pour les politiques publiques ?

ENCADRÉ

Financements de la recherche en émissions négatives, en France et en Europe

➔ **En France**, un investissement principalement axé sur le CCUS, porté par France2030 et l'ANR

- En recherche amont : **34,64 M€** via le **PEPR SPLEEN** pour la décarbonation de l'industrie, et à la marge au sein des PEPR dédiés aux SfN (**PEPR FORESTT, Solu-Biod, Faircarbon**)

- TRL intermédiaires : **4,5 M€** sur les **AAP DEMIBAC et IBAC**, jusqu'à 17 M€ sur l'AAP ZIBAC¹⁰

- **15 M€** via l'**AAPG de l'ANR**

- Entre 2012 et 2021, **la France est le pays européen ayant le plus investi publiquement dans la R&D sur le CCUS** (39 % du total des Etats membres, suivie par le Danemark, 26 %)

➔ **En Europe**, un engagement plus important, avec **179 M€** dédié au CCUS, BECCS et DACCS dans **Horizon Europe**, entre 2023 et 2027, et près de **50 M€** au partenariat **CETP**¹¹ dont environ 1 M€ d'apport ANR.

en place de programmes de recherche multidisciplinaires sur le sujet et de transfert de connaissances vers les décideurs publics et les acteurs socio-économiques sont nécessaires. Dans cette perspective, la poursuite des financements via l'Agence nationale de recherche et le programme cadre de recherche et d'innovation européen s'impose.

- **Aligner les stratégies nationales et fixer des priorités claires au secteur.** Le rôle de la puissance publique est clé afin d'apporter de la cohérence, y compris en lien avec le financement des infrastructures clés pour l'innovation. Le meilleur portfolio de techniques n'est pas celui qui minimise le coût à court terme, mais celui qui tient dans la durée : robuste sous contraintes de ressources, d'impacts, d'acceptabilité et de gouvernance.

- **Développer une approche territorialisée :** Il n'y a pas de stratégie crédible sans prise en compte des contraintes territoriales et des impacts induits, par exemple au travers de la fixation de seuils (de captation) par technique et par territoire, avec une prise en compte des contraintes locales (eau, énergie décarbonée, biomasse...).

- **Clarifier les cas d'usage** (compensation, contribution) **des crédits carbone et leurs modalités de comptabilisation**

et de communication. L'absence de cadres normatifs sur ces aspects limite l'attractivité des crédits, du fait des risques réputationnels. Une clarification des cas d'usage permettrait d'encourager le financement des émissions négatives dans le cadre de démarches de décarbonation cohérentes et planifiées.

RÉFÉRENCES

- IPCC (2022), Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. *Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926

- Prütz, R. et al. (2023), "Understanding the carbon dioxide removal range in 1.5 °C compatible and high overshoot pathways", *Environmental Research Communications*, Volume 5, Number 4, doi: 10.1088/2515-7620/accdba

- Smith, S. M., et al. (2024). *The State of Carbon Dioxide Removal - 2nd Edition*.

Alexia BONNET, SRI
Pierre-Alexandre ROYOUN, SRI

¹⁰ Appels à projets « DEMonstration et l'appropriation par les Industriels de solutions de production Bas Carbone » (DEMIBaC),

« Industrie Bas Carbone » (IBaC) et « Zones Industrielles Bas-carbone » (ZIBAC)

¹¹ Clean Energy Transition Partnership

Dépôt légal : juillet 2026
ISSN : 2255-493X (en ligne)

Directeur de publication : Brice Huet
Maquettage et réalisation : La Netscouade

Commissariat général au développement durable

Service de la recherche et de l'innovation (SRI)

Sous-direction de la recherche

Tour Séquoia - 92055 La Défense cedex

Courriel : diffusion.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.ecologie.gouv.fr

AGENCE DE PROGRAMME
CLIMAT, BIODIVERSITÉ
ET SOCIÉTÉS DURABLES



MINISTÈRES
TRANSITION ÉCOLOGIQUE
AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
TRANSPORTS
VILLE ET LOGEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité