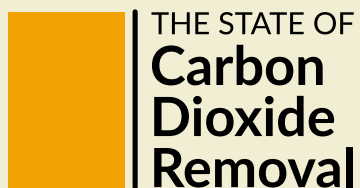


Résumé analytique



Une évaluation
scientifique
mondiale et
indépendante
de l'élimination
du dioxyde de
carbone

3^e ÉDITION | 2026

Collaboration menée par
Morgan R. Edwards (Université
du Wisconsin à Madison), **Oliver
Geden** (Institut allemand des affaires
internationales et de sécurité, SWP),
Matthew J. Gidden (Université du
Maryland), **William F. Lamb** (Institut
de recherche sur le climat de Potsdam,
PIK), **Jan C. Minx** (Institut de recherche
sur le climat de Potsdam, PIK), **Gregory
F. Nemet** (Université du Wisconsin à
Madison) et **Stephen M. Smith** (Université
d'Oxford).

Remerciements:

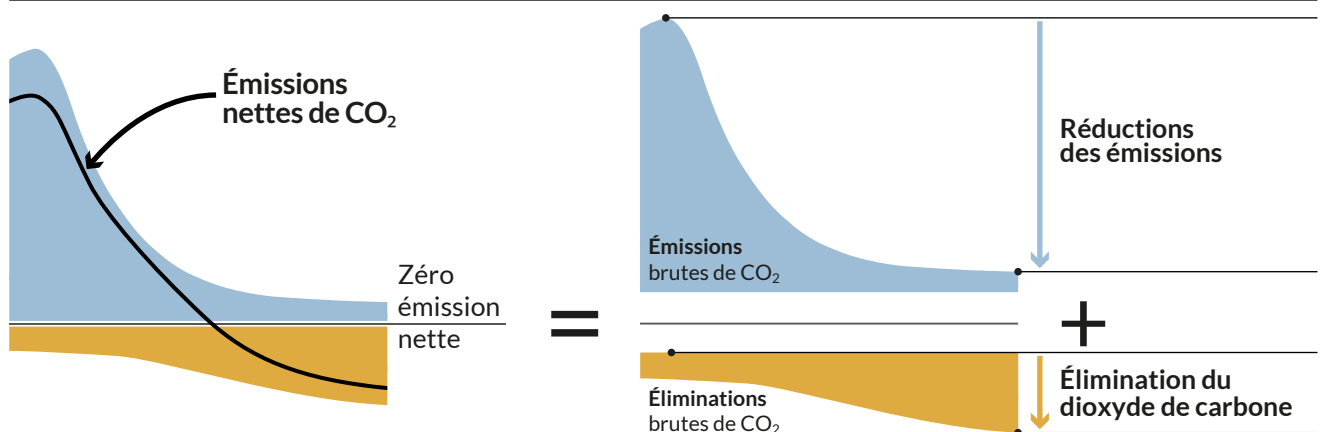
Traduit par Strategic Agenda, avec nos
remerciements particuliers à M. Alexis
Dunand, Silvania, pour avoir consacré du
temps et mis à profit son expertise afin de
vérifier l'exactitude technique de ce résumé
analytique. Conception et mise en page par
Foteini Spagopoulou, Designers For Climate
Studios.

Résumé analytique

1. L'élimination du dioxyde de carbone (EDC) et la réduction des émissions sont toutes deux nécessaires pour atteindre l'objectif de température fixé par l'Accord de Paris.

L'EDC correspond aux activités humaines consistant à capter le CO₂ présent dans l'atmosphère et à le stocker de manière durable dans des formations géologiques, sur terre ou dans l'océan, ou encore dans des produits. Tant que des émissions continueront d'être rejetées, l'EDC sera nécessaire pour enrayer la hausse de la température mondiale. Tous les scénarios permettant d'atteindre la neutralité carbone et de contenir la hausse de la température mondiale prévoient le recours à un déploiement supplémentaire de mesures d'EDC à l'échelle de la gigatonne. Tous les scénarios économiquement efficaces qui sont compatibles avec l'Accord de Paris mettent en évidence que les réductions d'émissions représentent au moins 80 % de l'effort nécessaire pour atteindre la neutralité carbone, le reste étant assuré par l'EDC.

L'élimination du dioxyde de carbone (EDC) et la réduction des émissions sont toutes deux nécessaires pour atteindre les objectifs climatiques



2. L'EDC comprend une grande variété de méthodes, avec des écarts importants au niveau des coûts, des performances et de l'acceptation sociale.

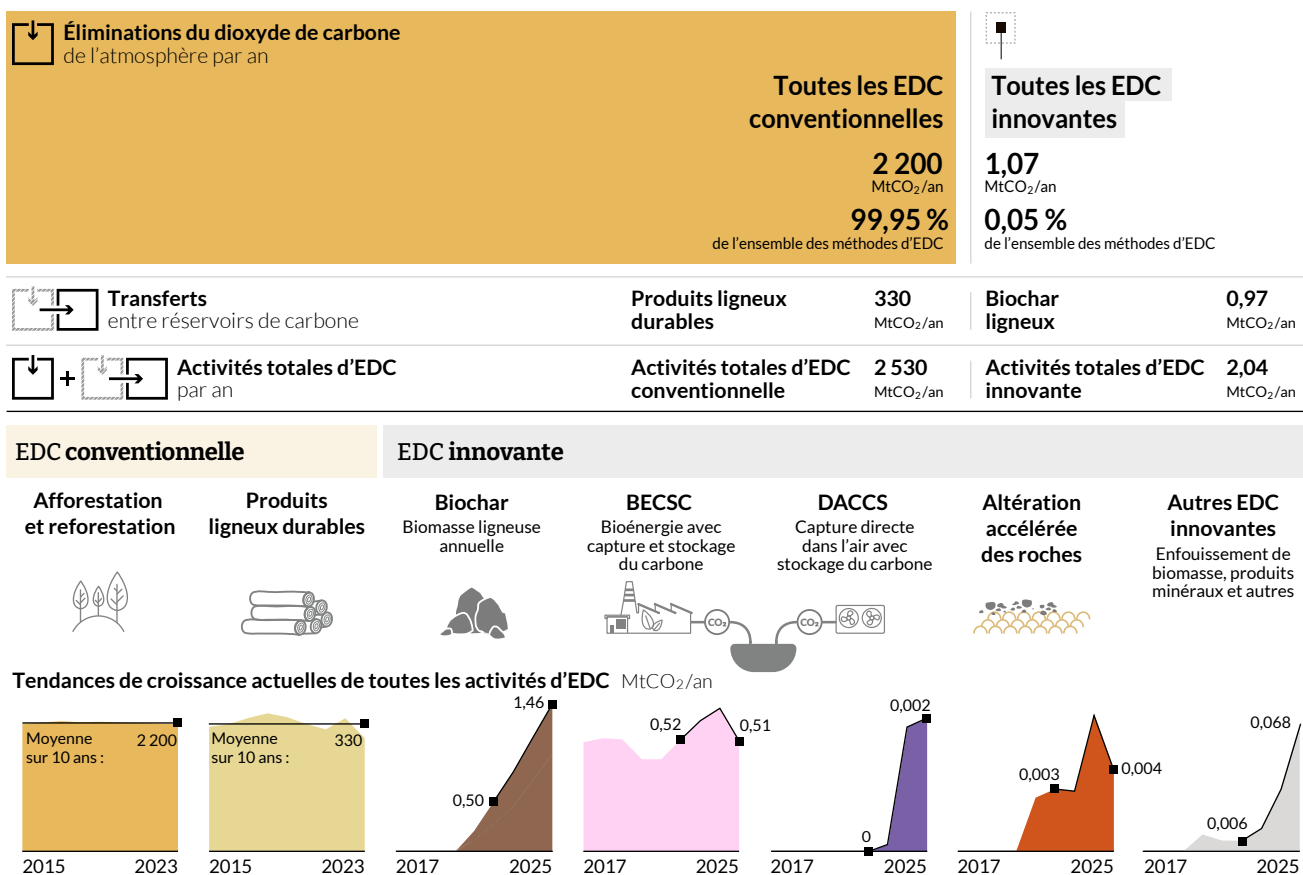
Ainsi, les méthodes d'EDC peuvent être classées en deux catégories : les « méthodes d'EDC conventionnelles », qui sont des techniques bien établies et reposent principalement sur les forêts et les sols, et les « méthodes d'EDC innovantes », telles que le biochar, l'altération accélérée des roches et la capture directe dans l'air avec stockage du carbone.

Les estimations du coût des activités d'élimination varient considérablement, allant de moins de 10 dollars par tonne à plus de 1 000 dollars par tonne, la plupart dépassant les 200 dollars par tonne, soit un niveau bien supérieur aux prix actuels du carbone. En outre, ces écarts considérables existent au sein de chaque méthode d'EDC. Pour de nombreuses méthodes, le passage à l'échelle dépendra de la baisse des coûts. Les potentiels d'élimination évalués indépendamment pour chaque méthode présentent des fourchettes d'amplitude comparable, les estimations basses les plus fiables s'élevant à environ 1 GtCO₂ par an pour la plupart des méthodes. Ces incertitudes s'expliquent notamment par le manque de connaissances scientifiques, la disponibilité limitée des données, le manque d'uniformité des définitions, ainsi que par les différentes hypothèses concernant la durabilité et la pérennité de ces méthodes. Les coûts tiennent compte de ces aspects, ainsi que des différences entre les définitions des périmètres des systèmes et de la prise en compte ou non des avantages connexes et des coûts liés aux activités de mesure, reportage et vérification. Le soutien de la population est également incertain. Il implique des enjeux liés aux écosystèmes et à la gouvernance, et suppose l'implication de différents groupes ainsi que la mise en avant d'avantages tangibles à l'échelle locale. La population connaît mal l'EDC et la couverture médiatique de ce sujet diminue de façon générale, se perdant dans le traitement global des enjeux climatiques. Il est essentiel de démontrer la fiabilité et l'efficacité de chaque méthode pour en exploiter pleinement le potentiel.

3. Les activités d'élimination actuelles relèvent presque exclusivement des méthodes d'EDC conventionnelles axées sur l'utilisation des terres ; les méthodes d'EDC innovantes se développent rapidement, mais ne représentent encore qu'une infime fraction de l'ensemble des activités d'élimination.

Le volume total de CO₂ éliminé s'élève à 2,2 GtCO₂ par an, ce qui équivaut à 5 % des émissions brutes de CO₂. Les méthodes d'EDC conventionnelles sont à l'origine de 99,9 % du volume total éliminé, les principaux contributeurs étant la Chine, les États-Unis, l'Union européenne, le Brésil et la Russie. Les méthodes d'EDC innovantes permettent d'éliminer 0,002 GtCO₂ par an et affichent un taux de croissance annuel de 40 % – un rythme comparable à celui de technologies prouvées telles que l'énergie solaire, mais insuffisant pour permettre le passage à l'échelle nécessaire à la réalisation de l'objectif de température fixé par l'Accord de Paris. La quasi-totalité de l'élimination innovante du carbone résulte de l'utilisation du biochar et de la bioénergie avec capture et stockage du carbone (BECCS). Ces projets, ainsi que ceux encore à l'étude, permettraient d'atteindre une capacité d'élimination de 0,008 GtCO₂ par an en 2030. Toutefois, seule 20 % de la capacité prévue a été développée ces dernières années.

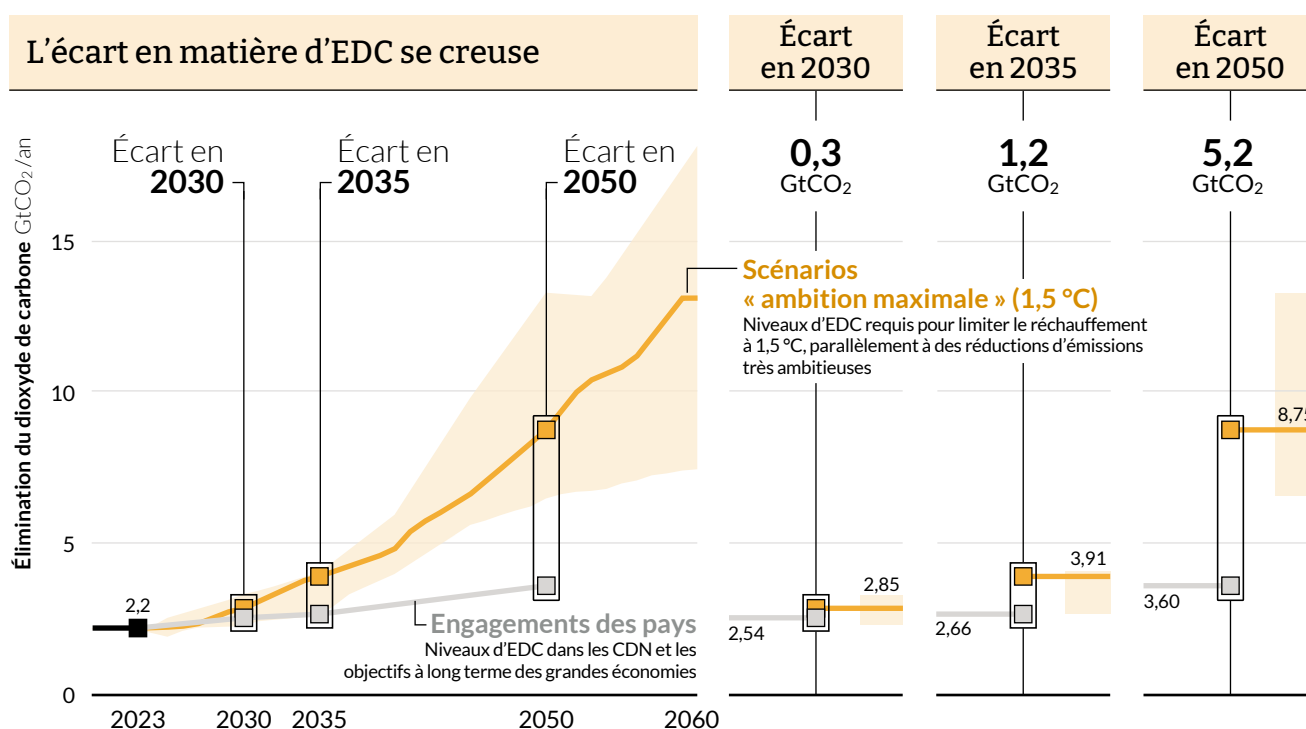
Les activités d'EDC actuelles relèvent presque exclusivement des méthodes conventionnelles, mais les méthodes innovantes progressent



4. Il existe un écart important et croissant entre les volumes d'EDC prévus au titre des engagements nationaux et les volumes d'EDC prévus dans les scénarios compatibles avec la réalisation des objectifs de l'Accord de Paris ; tous les scénarios prévoient de déployer aussi bien des méthodes d'EDC conventionnelles qu'innovantes.

Les engagements des pays, compte tenu des dernières contributions déterminées au niveau national (CDN), s'élèvent à 2,5 GtCO₂ par an d'EDC en 2030 ; or, le niveau médian dans les scénarios les plus ambitieux compatibles avec l'Accord de Paris est de 2,9 GtCO₂ par an. Il en résulte un écart de 0,3 GtCO₂ par an. Pour combler l'écart vis-à-vis des objectifs pour 2030, il convient de doubler peu ou prou le niveau d'ambition global (c'est-à-dire passer de +0,3 GtCO₂ par an à +0,6 GtCO₂ par an en 2030) grâce à de nouveaux engagements et à la révision des engagements existants. Cet écart s'accroît rapidement pour atteindre 1,2 GtCO₂ par an en 2035 et 5,2 GtCO₂ par an en 2050, les engagements pris pour ces deux jalons se situant en deçà des niveaux prévus dans l'ensemble des scénarios compatibles avec les objectifs de l'Accord de Paris. Les engagements annoncés par les entreprises, qui s'élèvent au total à plus de 5 GtCO₂ par an en 2050, sont nettement

supérieurs aux engagements des pays. Il resterait toutefois un écart de plusieurs GtCO₂, et ces annonces ne sont guère crédibles. À peine environ un tiers des pays mentionnent les méthodes d'EDC innovantes dans leurs stratégies à l'horizon 2050. Si les méthodes d'EDC conventionnelles jouent un rôle plus important à court terme, les méthodes d'EDC innovantes devraient voir leurs performances multipliées par cinq entre 2030 et 2035 et s'accélérer pour dépasser 3,5 GtCO₂ par an d'ici 2050 selon les scénarios évalués. Les émissions ayant continué d'augmenter depuis la 2^e édition, l'écart en matière d'EDC s'est également creusé. Et il continuera de se creuser si aucune mesure significative n'est prise à court terme pour réduire les émissions.



5. L'EDC s'inscrit dans un contexte plus large, caractérisé par des objectifs multiples et des effets secondaires.

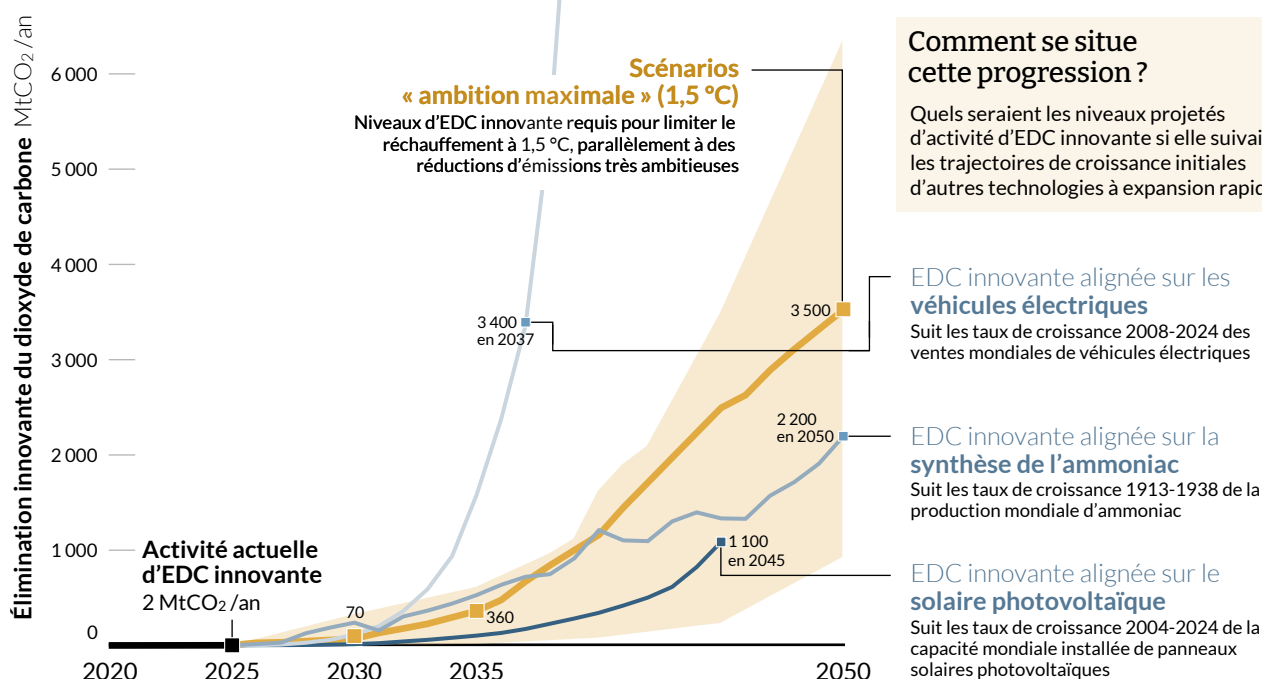
Des politiques favorables aux méthodes d'EDC conventionnelles sont mises en œuvre depuis de nombreuses années et ont été encouragées par la poursuite de divers objectifs, notamment la restauration des écosystèmes, la protection de la biodiversité, la création de débouchés économiques ou encore la stabilisation du climat. Les attitudes à l'égard de l'EDC sont influencées par un large éventail de facteurs, notamment les rendements financiers, les co-bénéfices, la confiance accordée aux acteurs concernés et le souci d'éviter de nuire aux écosystèmes. De même, plus de la moitié des subventions accordées à la recherche sur l'EDC est destinée à des projets dont les objectifs ne relèvent pas de l'EDC, tels que ceux axés sur les feux de forêt et les énergies propres. Outre l'élimination du carbone, d'autres impacts sont susceptibles d'avoir une influence considérable sur le potentiel et la viabilité des méthodes d'EDC. Ces effets secondaires varient selon les scénarios de déploiement ; ils s'amplifient généralement à mesure que la portée des projets augmente et ont des répercussions sur la biodiversité, la consommation de ressources, la

consommation d'énergie et la production alimentaire. Certaines composantes de l'EDC entrent en concurrence avec d'autres mesures de lutte contre les changements climatiques (par exemple, les contraintes liées à la biomasse), tandis que d'autres sont complémentaires et génèrent des co-bénéfices. Par exemple, le biochar et l'altération accélérée des roches peuvent augmenter les rendements agricoles, tandis que les produits ligneux durables permettent d'éviter les émissions liées à la fabrication de biens similaires à l'aide de procédés à forte intensité d'émissions. La conception des politiques peut avoir un impact significatif sur le renforcement des co-bénéfices et la prévention des effets néfastes, et ainsi permettre d'obtenir des résultats plus durables.

6. Il est essentiel de stimuler la demande d'EDC pour combler le déficit en la matière. Malgré la multiplication des innovations, la perspective d'une demande forte et croissante s'est détériorée.

Malgré quelques fluctuations – et à l'exception notable des brevets à forte valeur ajoutée, dont le nombre a diminué ces dernières années –, le domaine de l'EDC a enregistré des progrès sur les plans de la recherche et développement, des publications, des démonstrations, des marchés volontaires de carbone et du financement des start-ups. Le maintien du financement des entreprises spécialisées dans l'EDC est remarquable compte tenu de la baisse globale des financements consacrés à la lutte contre les changements climatiques, dont 3 % sont désormais consacrés à l'EDC. L'année dernière, des contrats prévoyant l'élimination de 0,04 GtCO₂ ont été signés sur le marché volontaire de carbone, qui concentre la plupart des achats liés aux méthodes d'EDC innovantes. Les politiques publiques ne sont pas en reste : des entités telles que l'Union européenne, le Royaume-Uni et la Suisse étudient activement la possibilité d'intégrer des méthodes d'EDC innovantes dans leurs cadres réglementaires. En outre, l'apprentissage par la pratique, qui joue un rôle déterminant dans l'innovation, dépend des prévisions de la demande, tout comme d'autres aspects de la mise à l'échelle. Les méthodes d'EDC innovantes devront être développées à des rythmes très ambitieux, comparables à ceux observés pour le photovoltaïque solaire et les véhicules électriques, qui ont été les technologies climatiques à la croissance la plus rapide. Les méthodes d'EDC conventionnelles sont confrontées à divers défis liés à leur mise à l'échelle, comme la concurrence pour les terres, la réversibilité et l'affaiblissement de l'effet de fertilisation par le CO₂ à mesure que les émissions diminuent. Cependant, les perspectives de la demande d'EDC sont désormais incertaines. La plupart des mesures publiques continuent de se concentrer sur l'offre d'EDC, et les prix dans les marchés naissants, tels que ceux prévus par l'article 6 de l'Accord de Paris et le Régime de compensation et de réduction de carbone pour l'aviation internationale (CORSIA), restent faibles par rapport aux coûts actuels de nombreuses méthodes. Le démantèlement et l'instabilité des politiques publiques aux États-Unis sapent la crédibilité des réglementations et accentuent la pression sur d'autres pays, qui sont ainsi poussés à adopter des mesures visant à générer une demande solide et à combler les écarts en matière d'EDC.

L'objectif de 1,5 °C requiert une accélération très rapide de la mise à l'échelle de l'EDC innovante, mais non sans précédent

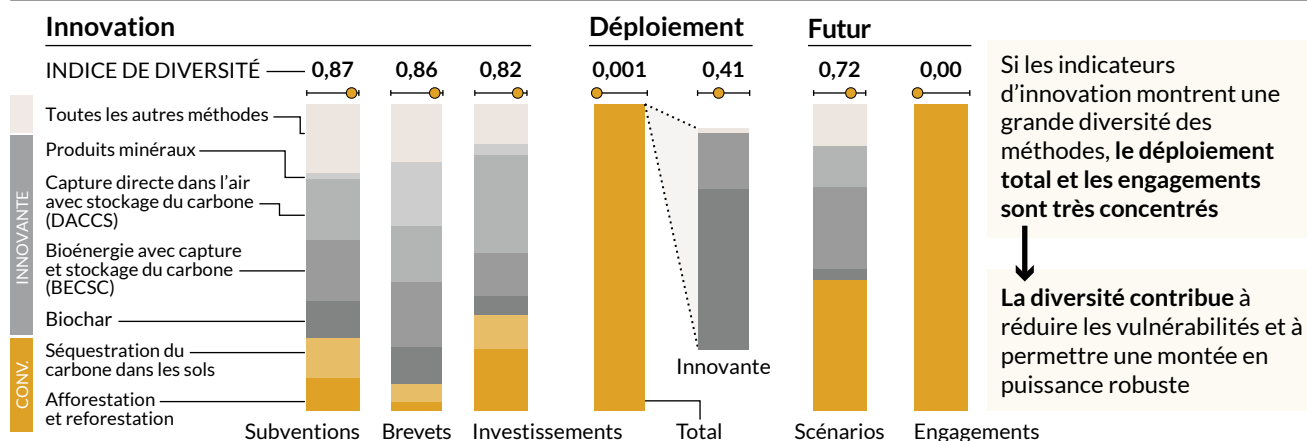


7. Certains aspects importants du système d'EDC sont très concentrés, ce qui crée des vulnérabilités ; une diversification des méthodes, des acteurs et des pays serait donc judicieuse.

Les indicateurs d'innovation précoce, tels que les subventions, les investissements de démarrage et les brevets, varient généralement selon les méthodes utilisées, ce qui n'est pas le cas des indicateurs signalant un stade plus avancé. Les activités d'EDC et les engagements pris dans ce domaine se concentrent sur une seule méthode : l'afforestation/reforestation. Plus des deux tiers des méthodes d'EDC conventionnelles proposées sur les marchés volontaires concernent l'Amérique latine. Les méthodes d'EDC innovantes se concentrent sur deux techniques : le biochar et la bioénergie avec capture et stockage du carbone. Un acheteur, Microsoft, réalise la plupart des achats liés aux méthodes d'EDC innovantes. La majeure partie des financements de démonstration se concentre sur quelques pays (la Suède, le Danemark et les États-Unis) et quelques projets. Enfin, les investissements de démarrage s'orientent vers un nombre plus restreint d'entreprises, mais plus matures. Si les premiers entrants jouent un rôle important, leurs actions sont toutefois susceptibles de créer des vulnérabilités lorsqu'elles ne se généralisent pas davantage, comme en témoignent les conséquences du démantèlement de la politique climatique des États-Unis et les derniers ajustements apportés par Microsoft au rythme de ses achats. En outre, les méthodes traditionnelles sont sensibles aux changements environnementaux et à l'évolution des mesures d'incitation en matière d'aménagement du territoire, ce qui souligne l'intérêt de diversifier les méthodes utilisées.

Le manque de diversité crée une vulnérabilité dans le système d'EDC

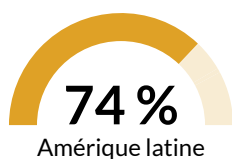
Concentration des méthodes d'EDC



Concentration des acteurs de l'EDC

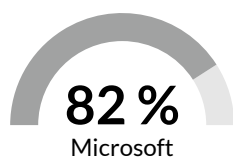
Marché volontaire de carbone

La plupart des crédits d'EDC conventionnelle proviennent d'une seule région



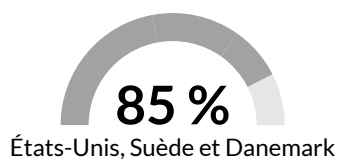
Acheteurs de crédits d'EDC innovante

Un seul acheteur a acquis la plupart des crédits d'EDC innovante



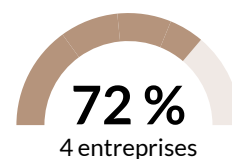
Financements pilotes annoncés

La plupart des financements publics pour l'EDC innovante concernent 3 pays



Investissements des entreprises

La plupart des investissements pour la totalité des EDC se concentrent sur 4 entreprises



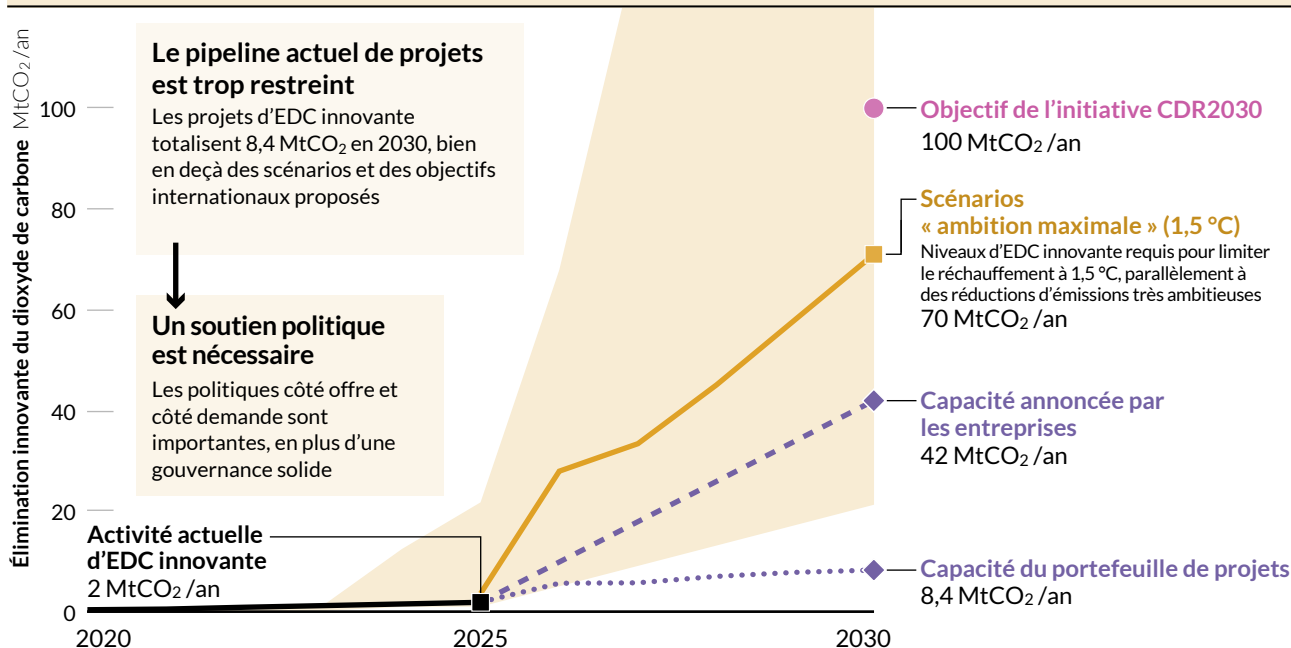
Seuls quelques entreprises et pays portent actuellement l'activité d'EDC et l'action politique. La perte de l'un de ces acteurs majeurs peut compromettre le développement de l'EDC.

8. Il est urgent de combler les écarts en matière d'EDC, car le déploiement est un processus graduel. La période 2026-2030 est donc cruciale pour définir le rôle de l'EDC dans la limitation des dommages climatiques.

Différer la réduction des émissions rendrait d'autant plus nécessaire le recours à des mesures d'élimination, en particulier à des méthodes d'EDC innovantes, pour atteindre l'objectif de température fixé dans l'accord de Paris. Un retard de dix ans dans la réduction des émissions entraînerait une hausse des températures maximales et augmenterait considérablement les besoins cumulés en matière d'EDC. Le fait de s'appuyer sur des niveaux d'EDC aussi élevés (aux limites supérieures des fourchettes possibles) risque d'entraîner le dépassement des seuils de durabilité. À l'inverse, une réduction plus rapide des émissions permettrait d'augmenter plus graduellement le rythme d'élimination et d'alléger les pressions sur la durabilité liées aux terres, à l'eau, aux écosystèmes et à la demande en ressources. Les méthodes d'EDC innovantes en sont encore à leurs débuts

et doivent, au cours de cette phase de formation, asseoir leur légitimité, prouver leur fiabilité et se développer suffisamment pour que leur contribution à la réalisation des objectifs de l'Accord de Paris soit viable sur le long terme. Si, d'une manière générale, tous les indicateurs font état d'une progression des activités d'EDC, plusieurs d'entre eux révèlent toutefois la fragilité du soutien dont elles bénéficient et leur dépendance à l'égard de quelques éléments essentiels. Il convient donc de remédier de toute urgence à ces faiblesses et de mettre en place un cadre réglementaire solide. Les avantages découlant des politiques d'EDC doivent être clairement établis et dépasser les seuls objectifs climatiques. La gouvernance internationale peut jouer un rôle déterminant dans la coordination des actions et la diffusion des connaissances sur les pratiques efficaces. Surtout, les cinq prochaines années exigeront des politiques publiques qu'elles instaurent des perspectives de demande d'EDC robustes et croissantes.

Les 5 prochaines années seront décisives pour établir les EDC innovantes





THE STATE OF
**Carbon
Dioxide
Removal**

