

« Mining the Atmosphere » – le CO₂ en tant que matière première

Et si le CO₂ n'était plus seulement considéré comme un gaz nuisible au climat, mais comme une matière première précieuse ? C'est à cette vision que travaille l'Empa (institut interdisciplinaire de recherche pour les sciences de matériaux et le développement de technologies du Domaine des EPF) dans le cadre de l'initiative de recherche « Mining the Atmosphere ».

Texte : Laura Leibundgut, Polarstern SA
Photos : mād

Depuis des siècles, les minerais de fer, le charbon et le pétrole, les terres rares et d'autres minéraux précieux sont extraits des sédiments et utilisés comme matières premières essentielles pour de nombreuses industries. Mais depuis le 21^e siècle, le terme « mining » englobe bien plus que l'exploitation minière traditionnelle: il désigne par exemple l'obtention de données et de cryptomonnaies. Le concept du « mining » peut aussi s'appliquer à l'atmosphère, qui nous fournit diverses matières premières sous forme de gaz. Ainsi, l'azote de l'air ambiant est utilisé depuis plus d'un siècle dans des procédés chimiques pour produire des engrais végétaux. Dans le sillage du débat actuel sur le climat, l'accent est mis plus particulièrement sur l'extraction du dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère. En stockant le CO₂ dans des matériaux durables ou dans le sous-sol pendant des millénaires, on peut atténuer significativement le réchauffement climatique. Ce captage et ce stockage de CO₂ à long terme peuvent être réalisés par différents procédés, regroupés sous le terme de technologies d'émission négative (TEN).

TECHNOLOGIES D'ÉMISSION NÉGATIVE (TEN)

Bien qu'encore peu connues du grand public, les TEN constituent un pilier essentiel de la politique climatique

mondiale. Elles sont indispensables afin de compenser les émissions difficilement évitables qui continueront d'être produites après 2050, par exemple dans l'agriculture ou les processus industriels à haute température. Le bilan mondial de CO₂ doit même être négatif dès 2050 pour ramener la concentration de CO₂ dans l'atmosphère à un niveau sûr et limiter ainsi le réchauffement climatique. Pour y parvenir, plusieurs milliards de tonnes de CO₂ doivent être éliminées de l'atmosphère à l'échelle mondiale chaque année, afin de réduire au maximum le risque de franchir des seuils climatiques critiques. En effet, cela pourrait avoir de graves conséquences, comme la fonte de la calotte glaciaire du Groenland ou un affaiblissement du Gulf Stream.

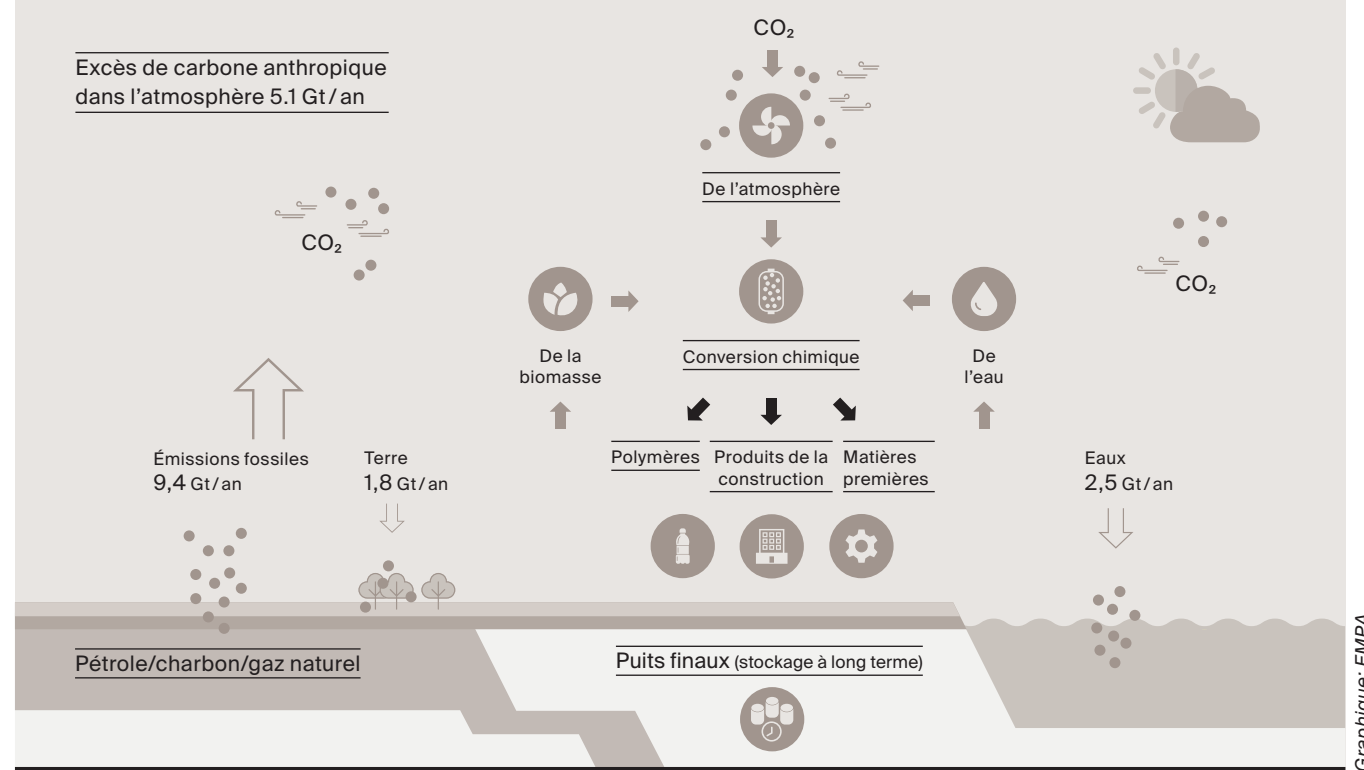
Parmi les principales techniques figure le « Direct Air Carbon Capture and Storage » (DACCS): le CO₂ est filtré de l'air et stocké en toute sécurité après son captage afin d'éviter qu'il ne s'échappe à nouveau. Mais le gaz est également extrait de l'atmosphère par différents processus naturels, comme sa séquestration dans la biomasse lors de la croissance des plantes ou sa dissolution et sa capture dans les océans.

LE CO₂: UNE MATIÈRE PREMIÈRE PRÉCIEUSE

Depuis quelques années, l'Empa mène des recherches sur des procédés allant au-delà de la simple capture et du stockage du CO₂. Il s'agit d'utiliser ce gaz comme alternative pour remplacer les matières premières fossiles. L'objectif à long terme est d'établir un nouveau modèle économique mondial et —//

Le charbon végétal comme composant du béton.

Cycle du carbone et possibilités d'extraction et de stockage



« Les bâtiments et les infrastructures du monde entier peuvent devenir des puits de carbone et ont le potentiel de réduire la température de 1°C en 100 à 200 ans. »



sudo
FIT+

Le plus rapide des systèmes d'installation

Pour tous les tuyaux en cuivre, en inox (Mapress et Optipress) et quelques types de tubes PE-X et PB (Sanipex/Optiflex/Instaflex).

- à emboîter simplement
- démontage des raccords possible
- étanchéité directe
- passage d'eau optimale
- peut être utilisé plusieurs fois

Le système d'installation ingénieux – en exclusivité chez Nyffenegger Robinetterie.

Voyez notre vidéo de montage et démontage



NYFFENEGGER
ARMATUREN

Nyffenegger Robinetterie SA · Leutschenbachstrasse 38 · 8050 Zurich
044 308 45 85 (francophone) · shop.bestellung@nyff.ch · www.nyff.ch

les secteurs industriels correspondants, qui transforment le CO₂ en tant que matière première en matériaux à valeur ajoutée, afin de remplacer les matériaux de construction et les produits pétrochimiques nuisibles au climat. Car on oublie souvent que le CO₂ n'est pas seulement un gaz à effet de serre, mais aussi une ressource utilisée dans divers processus naturels et industriels. L'une des possibilités prometteuses d'utilisation du CO₂ capté est, par exemple, sa transformation en carburants synthétiques (e-fuels). D'autres domaines d'application sont la production de matériaux de construction, comme le béton carbonaté, la production d'engrais ainsi que l'emploi du CO₂ dans l'industrie agroalimentaire et des boissons. L'utilisation du CO₂ de l'atmosphère contribue donc non seulement à réduire le réchauffement mondial, mais offre aussi de nouvelles opportunités économiques dans une économie circulaire durable.

MINING THE ATMOSPHERE

Actuellement, l'Empa mène des recherches tout au long de la chaîne de valeur, de l'extraction du CO₂ à sa transformation en produits intermé-

diaires transportables et stockables. L'accent est mis sur deux cas d'application centraux pour les matériaux à base de CO₂ : tout d'abord, les produits de masse qui ont le potentiel de capturer une grande quantité de carbone. Le CO₂ capté est transformé en méthanol synthétique (synthèse du méthanol) ou en méthane (méthanisation). Le méthanol peut servir de matière première pour une multitude de composés organiques aujourd'hui en grande partie produits à partir du pétrole. Le méthane peut être pyrolysé pour donner de l'hydrogène et de la poudre de carbone. L'hydrogène peut être utilisé à des fins énergétiques, tandis que la poudre de carbone sert de matière première pour divers matériaux de construction. L'Empa développe actuellement les premières installations de démonstration afin de poursuivre les recherches sur la fabrication de béton contenant différentes proportions de poudre de carbone. Dans le cadre de la nouvelle unité NEST «Beyond Zero», les résultats des recherches de l'Empa sont directement mis en pratique et développés en vue d'une mise à l'échelle et d'une commercialisation.

Outre les produits de masse, la recherche se concentre d'autre part aussi sur les produits de haute qualité. En font partie les fibres de carbone et le carbone sous forme de charbon végétal, qui sont obtenus par pyrolyse de la biomasse et peuvent être employés, entre autres, dans l'industrie des matériaux de construction, l'agriculture (afin d'optimiser la qualité des sols), le traitement de l'eau et le stockage de l'énergie.

LES BÂTIMENTS COMME PUIITS DE CARBONE

Aujourd'hui déjà, il est possible de fabriquer un béton aux propriétés mécaniques moyennes, qui présente un bilan net zéro pour les émissions de CO₂. «Klark», le béton climatique contenant du charbon végétal de Logbau, est l'un des premiers produits respectueux du climat disponibles sur le marché. Avec des optimisations supplémentaires, l'Empa pourrait même développer un produit en béton avec un bilan net négatif, qui contribuerait activement à réduire les émissions de CO₂. Pour réussir la transition vers les matériaux de construction à base de CO₂, ceux-ci doivent au moins atteindre, voire idéa-

lement dépasser, les performances des matériaux classiques. Parallèlement, les adaptations nécessaires dues aux différences d'approvisionnement des matériaux à base de carbone dans les processus de construction et de planification doivent rester minimales afin de garantir une large acceptation dans le secteur. Si ces conditions sont remplies, le secteur de la construction doit également accepter certains surcoûts, en particulier si un prix du carbone est introduit sur les sources fossiles et géogènes.

Chaque année, plus de 30 milliards de tonnes de béton sont utilisées dans le monde. Pourtant, ce matériau de construction est considéré comme un polluant climatique, car de grandes quantités de CO₂ sont produites lors de la fabrication du ciment, le liant indispensable à ce matériau dur et polyvalent. Le secteur de la construction est donc l'un des principaux responsables du réchauffement climatique d'origine humaine. Si l'on parvenait à utiliser davantage de granulats à base de carbone pour le béton et l'asphalte, on pourrait à nouveau capturer, du moins partiellement, le gaz à effet de serre CO₂. Une mise en œuvre —//

cohérente à l'échelle mondiale aurait pour effet d'atténuer le changement climatique d'origine humaine de jusqu'à -1°C (à l'horizon de 170 ans). C'est pourquoi dans le cadre de «Mining the Atmosphere», les matériaux de construction ont la plus haute priorité: les granulats à base de carbone pour le béton et l'asphalte ainsi que les matériaux d'isolation à base de biomasse pyrolysée.

LES TEN SONT-ELLES PORTEUSES D'AVENIR?

Le captage actif et technique du CO₂ de l'atmosphère est très énergivore et entraîne des coûts considérables. Il est donc essentiel que ces processus

Mateusz Wyrzykowski (à gauche) et Nikolajs Toropovs (à droite) font des recherches sur les possibilités d'utiliser le CO₂ dans les matériaux de construction et de le stocker ainsi à long terme.

fonctionnent exclusivement avec de l'énergie issue de sources renouvelables et qu'ils soient mis en place de préférence sur des sites où elle est excédentaire. En Suisse aussi, de tels processus peuvent être mis en œuvre pendant les mois d'été ensoleillés. «Les bâtiments et les infrastructures du monde entier peuvent devenir des puits de carbone et ont le potentiel de réduire la température de 1 °C en 100 à 200 ans» explique Peter Richner, ancien directeur adjoint de l'Empa. Les prochaines années seront donc décisives pour faire passer les technologies du stade de la recherche à une application à grande échelle, et œuvrer ainsi durablement en faveur de la protection du climat. L'Empa a d'ores et déjà contribué à poser les bases de cette évolution avec «Mining the Atmosphere». □

Des informations sur le projet ont été données par Björn Niesen, directeur du pôle de recherche Énergie, ressources et émissions et Peter Richner, ancien directeur adjoint de l'Empa.



Exemplarité Énergie et Climat

Dans l'initiative Exemplarité Énergie et Climat (EEC), prestataires de services d'intérêt public et investisseurs institutionnels contribuent à la Stratégie énergétique 2050 et à l'accord de Paris sur le climat de 2015. Efficacité énergétique, énergies renouvelables et flux financiers respectueux du climat en sont les piliers. L'ensemble des acteurs communiquent de manière transparente sur la réalisation de leurs objectifs et partagent leurs expériences afin que d'autres entreprises et organisations puissent en suivre l'exemple.

www.vorbild-energie-klima.admin.ch

sonepar
Powered by Difference



sonepar.ch

2025
10.-11. octobre
RENENS
8.-9. septembre
PALEXPO GE

Electric Day(s) !

Nous sommes ravis de vous annoncer une nouvelle série d'événements en Suisse Romande.

Le Sunlight de Colombier, la Wave de Renens ainsi que l'Event à Genève deviennent l'**ELECTRIC DAY(s)** !

Découvrez les dernières nouveautés en matière de solutions ENR, éclairage, installations électriques et industrie. Rejoignez-nous lors de nos Electric Days, un salon expo unique dans la région, dédié aux métiers de la branche.

En savoir plus



Des conditions d'achat
fortes

Une publicité **forte**

Un réseau **fort**

Des partenaires
forts

Être membre me rend **plus fort**

Pour une branche électrique forte

Nous sommes la prestataire de services et de marketing de la branche électrique



www.eev.ch