



Technologies de captation, de séquestration et d'utilisation du carbone : *Qu'est-ce que c'est?*

Les technologies de captation, de séquestration
et d'utilisation du carbone (CCUS) en un coup d'œil

juin 2024

À propos de nature Québec

Nature Québec est un organisme national sans but lucratif œuvrant à la conservation des milieux naturels et à l'utilisation durable des ressources depuis 1981.

Appuyée par un réseau de scientifiques, son équipe mène des projets et des campagnes autour de 4 axes : la biodiversité, la forêt, l'énergie et le climat, ainsi que l'environnement urbain.

L'organisme regroupe plus de 145 000 membres et sympathisant-es, 30 groupes affiliés et est membre de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN).

Partout au Québec, Nature Québec sensibilise, mobilise et agit en vue d'une société plus juste, à faible empreinte écologique et climatique, solidaire du reste de la planète.

Pour en savoir plus : naturequebec.org

NOTRE VISION

Nature Québec agit en vue d'une société plus juste, à faible empreinte écologique et climatique, solidaire du reste de la planète. L'organisme oriente ses actions pour que le Québec aime ses milieux naturels, en ville comme en région, les protège et les reconnaisse comme essentiels à son épanouissement.

NOTRE MISSION

Nature Québec encourage la mobilisation citoyenne, intervient dans le débat public, informe, sensibilise et réalise des projets afin que notre société :

- ◆ Valorise la biodiversité
- ◆ Protège les milieux naturels et les espèces
- ◆ Favorise le contact avec la nature
- ◆ Utilise de façon durable les ressources

CRÉDITS

Rédaction : Anne-Céline Guyon, Analyste Énergie et climat, Nature Québec

Révision : Gabriel Marquis, Directeur des communications, Nature Québec

Mise en page : Catherine Bégin, Chargée des communications numériques, Nature Québec

POURQUOI DE TELLES TECHNOLOGIES ?

Dans le cadre de la lutte aux changements climatiques, on ne peut plus se contenter d'arrêter d'émettre des GES dans l'atmosphère, mais il faut aussi en retirer en plus de séquestrer le CO₂ de manière permanente.

Et si la nature joue déjà ce rôle, principalement grâce à la fonction de puits de carbone des écosystèmes tels que la forêt ou les tourbières, certains acteurs mettent de plus en plus de l'avant les technologies de captation et de séquestration du carbone comme solution.

QU'EN EST-IL EXACTEMENT ET À QUOI FAIT-ON RÉFÉRENCE ?

Voici un petit précis pour vous aider à y voir plus clair. Il faut déjà savoir qu'il n'existe pas UNE, mais DES technologies de captation et de séquestration du carbone.



CAPTATION VS SÉQUESTRATION

Capture du carbone : Procédé qui sépare le dioxyde de carbone (CO₂) des autres gaz.

Séquestration du carbone : façon de stocker le dioxyde de carbone (CO₂) pour qu'il ne réintègre pas l'atmosphère.

LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES DE CAPTATION ET DE SÉQUESTRATION DU CARBONE EXISTANTES

CAPTATION

Captation directe dans l'air (DAC)

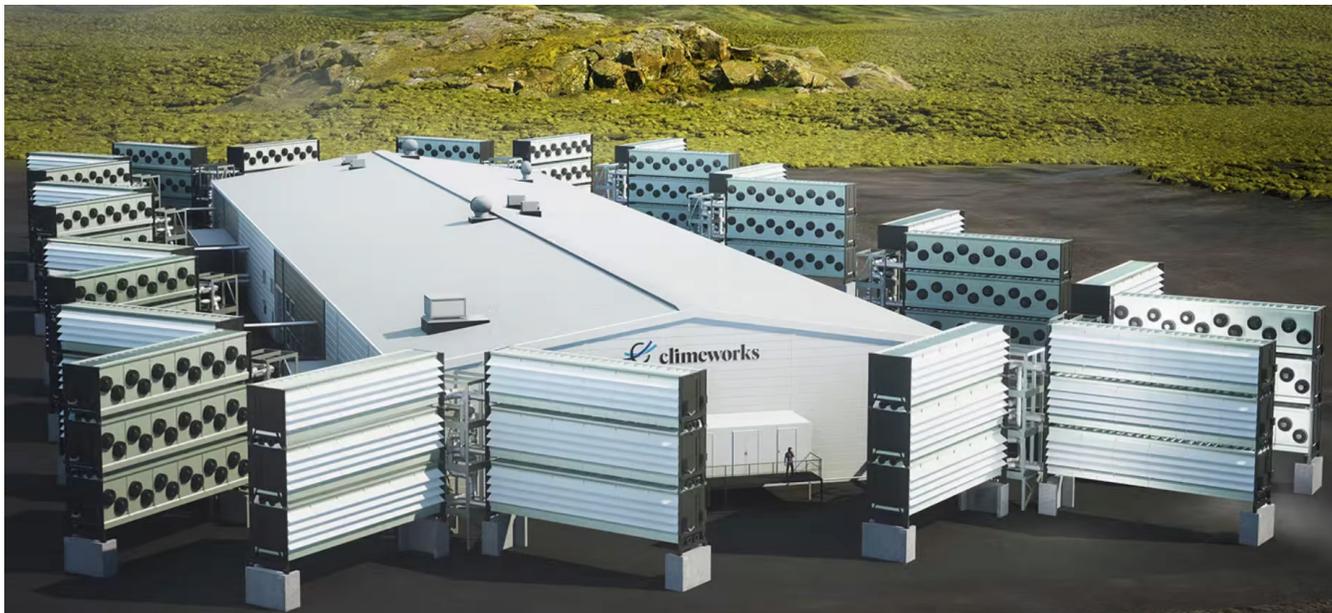


Image du projet Mammoth par l'entreprise Climeworks située en Islande

Il s'agit d'extraire directement le CO_2 présent dans l'atmosphère à l'aide de dispositifs physiques et chimiques : de grands ventilateurs absorbent l'air ambiant vers les installations. Là, il subit une série de processus chimiques (qui peuvent varier d'une installation à l'autre) pour en extraire le CO_2 , le purifier et le capturer.

AVANTAGES :

- ◆ Les installations peuvent se situer presque partout.
- ◆ Peut capturer le CO_2 , indépendamment de la source.

RISQUES :

- ◆ Une technologie émergente : on est loin d'un développement à grande échelle.
- ◆ Efficacité relative :
 - Alors que l'humanité émet environ 40 milliards de tonnes de CO_2 /an, les projets de DAC développés à l'heure actuelle captent seulement quelques milliers de tonnes de CO_2 /an (Ex : le projet Mammoth en Islande espère capturer 36 000 t/ CO_2 par an à son plein potentiel).
 - La concentration du CO_2 dans l'air étant de seulement 0,04%, il est plus efficace de récupérer le CO_2 directement à la sortie des cheminées en milieu industriel.
- ◆ Coût élevé : le coût du CO_2 à la tonne est très élevé (environ 1000\$ la tonne actuellement, pour que cette méthode en vaille la peine, il faudrait plutôt qu'elle soit autour de 100\$).
- ◆ Processus très énergivores.

Captation des émissions à la source (CCS)

Les émissions de CO₂ sont captées directement lors des processus industriels.

Il existe plusieurs techniques de captation avec chacune des domaines d'application distincts et des degrés de développement différents.

On en compte principalement trois :

- ◆ Captage post-combustion : capture du CO₂ après la combustion des combustibles fossiles grâce à des processus chimiques (solvants) ou physiques (membranes).
- ◆ Captage pré-combustion : capture du CO₂ avant la combustion des combustibles fossiles par des processus de conversion du gaz.
- ◆ Oxy-combustion : combustion du carburant avec de l'oxygène pur.

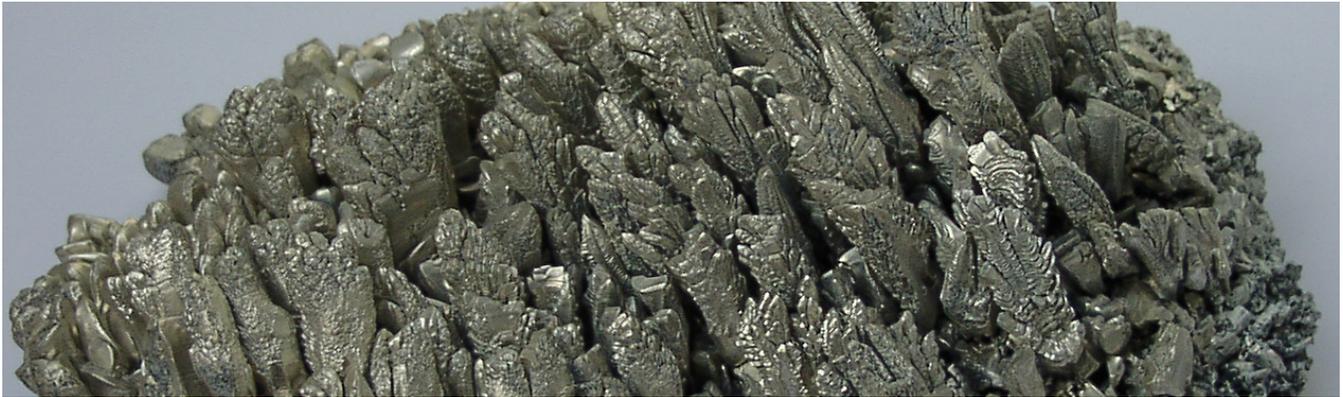
AVANTAGES :

- ◆ Étant capturé à la source, la concentration en CO₂ est plus élevée que dans l'atmosphère.
- ◆ Le CO₂ peut être plus facilement acheminé vers les sites de séquestration ou utilisé dans certains produits.

RISQUES :

- ◆ Toutes les technologies ne sont pas au même stade de développement. Par exemple, si le captage par post-combustion repose sur des technologies éprouvées, l'oxy-combustion n'en est qu'à ses balbutiements.
- ◆ Coûts élevés en raison des coûts de fonctionnement des procédés - principalement à cause de leur aspect énergivore - ajoutés à ceux dus aux modifications des procédés industriels qui leur sont associés et des nouvelles infrastructures à mettre en place.
- ◆ Impacts sur l'environnement et la santé : Lorsque des solvants chimiques sont utilisés pour la capture, il existe des risques de fuite dans l'atmosphère, entraînant la formation de composants cancérigènes au contact de l'air.

Minéralisation



Cristaux de magnésium

Au contact de roches riches en magnésium ou en calcium, le CO_2 est transformé en minéraux stables (carbonates solides).

AVANTAGE :

- ◆ On peut notamment se servir des déchets miniers.

RISQUES :

- ◆ Les réactions chimiques sont souvent lentes et nécessitent de grandes quantités de matériaux.
- ◆ Cela demande de hautes températures pour que les réactions chimiques se produisent. Le processus est donc très énergivore.

SÉQUESTRATION

Séquestration géologique

On injecte le CO_2 dans des formations géologiques profondes comme d'anciens réservoirs de pétrole et de gaz fossile ou encore dans les aquifères marins.

AVANTAGE :

- ◆ On peut se servir d'anciens champs de pétrole ou de gaz fossile comme puits pour y séquestrer le CO_2 .

RISQUES :

- ◆ Transport du dioxyde de carbone entre les sites industriels où le CO_2 est capté et les sites de séquestration : demande le développement de réseaux de gazoducs pour acheminer le CO_2 vers les sites de séquestration, ce qui augmente les risques d'émissions fugitives.
- ◆ Risques de fuites : Dans les anciens champs de pétrole épuisés ou encore réservoirs de gaz fossile, le CO_2 injecté pourrait par exemple s'échapper à travers des failles ou des fractures dans les formations géologiques. Il pourrait aussi s'échapper des puits abandonnés mal scellés.
- ◆ Les émissions fugitives lors du transport ou au moment où le CO_2 s'échappe des formations géologiques risquent d'annuler par le fait même les bénéfices de la captation.
- ◆ Tremblements de terre : l'injection du CO_2 dans les formations géologiques peut aussi éventuellement déclencher des tremblements de terre.

Séquestration minérale

Après un processus de minéralisation, le CO₂ est séquestré dans des carbonates solides.

AVANTAGES :

- ◆ La séquestration est permanente.

RISQUES :

- ◆ Nécessite de grandes quantités de minéraux et donc de grandes surfaces de stockage.

L'UTILISATION DU DIOXYDE DE CARBONE

Au lieu de séquestrer le carbone, on peut aussi choisir de l'utiliser. Ainsi on peut le convertir en carburant synthétique ou encore le faire entrer dans la composition de produits chimiques ou de matériaux de construction. L'utiliser pour augmenter la teneur en carbone dans les serres est également une avenue possible.



ATTENTION PAR CONTRE

L'un des inconvénients avec l'utilisation du CO₂ tient à la durée de vie des produits. Si les produits dans lesquels il est réutilisé ne sont pas durables, le CO₂ finit forcément par être relâché dans l'atmosphère, annulant par le fait même les avantages de sa captation.

QUE DIT LA SCIENCE DU RÔLE DE CES TECHNOLOGIES DANS LA DIMINUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ?

Dans [son dernier rapport AR6](#) (qui fait état de toutes les avancées scientifiques quant aux changements climatiques, leurs impacts et les solutions à mettre en œuvre) le GIEC s'est penché sur la place que doit occuper ces technologies dans l'atténuation des changements climatiques. Qu'en ressort-il ?

1. Elles ne nous dispensent pas du travail de réduction des émissions

Oui, les technologies ont un rôle à jouer dans les scénarios d'atténuation des émissions de GES, mais pour « contrebalancer les émissions résiduelles difficiles à atténuer ». Cela signifie qu'elles peuvent être utiles, mais pour les secteurs où la décarbonation des processus industriels est encore difficile à court terme, comme pour la production d'acier ou de ciment.

2. On est loin d'un déploiement à grande échelle

Les différentes technologies sont à des stades de développement différents et encore beaucoup de recherche et développement est nécessaire pour certaines d'entre-elles.

3. Leur efficacité énergétique est relative

Les processus de captation et de compression du CO₂ consomment énormément d'énergie. À l'heure où nous devons réduire considérablement notre consommation énergétique mondiale, des arbitrages seront à faire.

4. Elles sont très coûteuses

Que ce soit à cause des investissements nécessaires en recherche et développement, pour le déploiement des nouvelles infrastructures ou des opérations, la tonne de CO₂ associée à ces technologies est évaluée entre 500 \$ et 1000 \$, ce qui est beaucoup trop élevé pour un déploiement à grande échelle de manière rentable, du moins sans soutien financier considérable de la part des gouvernements, ce que demandent d'ailleurs les industries.

5. L'acceptabilité sociale doit être au rendez-vous pour leur mise en œuvre

Il existe des risques quant à la sécurité à long terme des sites de stockage du CO₂ et la possibilité de fuites, avec des impacts éventuels sur la santé des populations vivant à proximité des installations.

LE CAPTAGE ET LA SÉQUESTRATION DANS LE SECTEUR DES COMBUSTIBLES FOSSILES

CE QU'EN DIT L'INDUSTRIE

[L'industrie fossile est une grande promotrice](#) de ces technologies. Elle y voit une planche de salut pour justifier l'expansion de sa production. Son principal argument est simple : le monde ne peut pas se passer d'énergies fossiles du jour au lendemain. Dans ce contexte, le pétrole et le gaz qui seront produits devront avoir une intensité carbone la plus basse possible et cela passe par une réduction des émissions à la production.

LE PROBLÈME ?

Même si on réduit les émissions à la production, 80% des émissions du secteur se font à la combustion, c'est-à-dire quand le pétrole et le gaz sont brûlés (ex. par les voitures). Et on ne produit pas pour garder ces énergies bien sagement dans des entrepôts mais pour les vendre et qu'elles soient utilisées, donc brûlées. Ne soyons pas dupes : augmenter la production, c'est donc forcément augmenter la combustion et les émissions en aval qui elles, ne seront ni captées, ni séquestrées.

En ce sens, l'Agence internationale de l'énergie (AIE), dans [son rapport](#) « *The Oil and Gas Industry in Net Zero Transitions* » publié en novembre 2023, précise que si les technologies de captation, de stockage et d'utilisation du carbone sont essentielles à développer pour atteindre des émissions nettes nulles, elles ne sauraient être un argument en faveur du *statu quo* ou de l'augmentation de la production d'hydrocarbures. Tant du point de vue scientifique, économique qu'énergétique, cette stratégie est un non-sens : « Si la consommation de pétrole et de gaz naturel se poursuit comme prévu avec les politiques actuelles, il faudrait capturer 32 milliards de tonnes de carbone d'ici 2050, dont 23 milliards via la capture directe dans l'air, pour limiter le réchauffement à 1,5 °C. Les technologies nécessaires demanderaient 26 000 térawattheures d'électricité en 2050, soit plus que la demande mondiale en 2022, et nécessiteraient des investissements annuels de plus de 3 500 milliards de dollars jusqu'à 2050, équivalant aux revenus annuels moyens récents de toute l'industrie. » (traduction libre)

Ces éléments font en sorte que ces technologies sont qualifiées par certain-e-s de dangereuses distractions plutôt que de réelles solutions.

EN CONCLUSION

Si les technologies de captation et de séquestration du carbone peuvent occuper une certaine place dans notre travail d'atténuation des émissions de GES, elles ne peuvent justifier le statu quo en matière de production et de consommation des énergies fossiles. Il est impératif de s'engager dans une véritable sortie de notre consommation de pétrole, de gaz et de charbon. Le coût élevé des technologies de captation et de séquestration risque par ailleurs de détourner les fonds publics nécessaires aux efforts d'atténuation des GES et d'adaptation aux changements climatiques, en plus de confisquer l'aide qui pourrait être apportée aux travailleuses et travailleurs dans le cadre d'une transition juste.

Enfin, le risque de créer un faux sentiment de sécurité et d'encourager la consommation d'énergie fossile au lieu d'inciter à une sobriété énergétique est aussi bien présent.

UNE SOLUTION PLUS SIMPLE

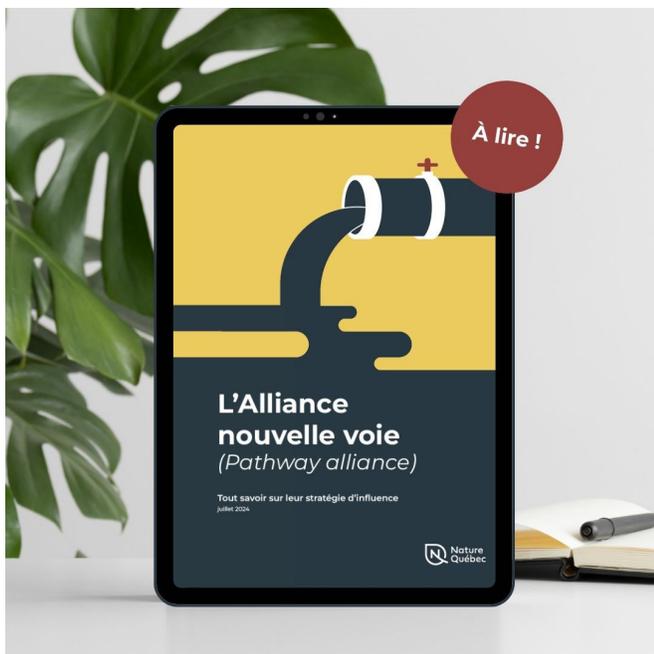
Par contre, la nature, elle, offre toute une série de solutions climatiques, à moindre coût et avec de nombreux co-bénéfices pour la protection de la biodiversité et la santé des populations. Mais encore faut-il la protéger, restaurer les écosystèmes dégradés et mieux gérer certaines activités comme la foresterie et l'agriculture pour les rendre plus en harmonie avec le vivant. Pour en savoir plus, vous pouvez consulter le site de notre projet [*En mode solutions nature*](#).



EN SAVOIR PLUS

Pour tout savoir sur leur stratégie d'influence, consultez notre fiche « L'alliance nouvelle voie (Pathway alliance) »

Pour en savoir plus sur les mythes de l'industrie des combustibles fossiles, consultez notre fiche « 5 arguments des pétrolières et gazières canadiennes démystifiés »



Au Canada, les pétrolières et gazières ont augmenté leurs émissions de GES de 83% entre 1990 et 2022, en dépit des technologies de captation et de séquestration. Cela en fait la principale source de GES au pays. Alors que les Canadien-ne-s subissent de plein fouet les conséquences de la crise climatique, il est temps que cette industrie fasse sa juste part. Demandez un plafonnement ambitieux de ses émissions, maintenant! justepart.org



RÉFÉRENCES

<https://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/2024/05/10/captage-carbone-petit-avant-grande-distance-parcourir>

https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2019/09/GESIndQc2019-Volet1_Web.pdf

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf

<https://alliancenouvellesvoies.ca/>

<https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-net-zero-transitions>

<https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/comment-carbon-capture-storage-is-dangerous-distraction-its-time-imagine-world-2023-12-11/>