

PROCÉDÉ CONTINU DE CAPTURE DU CO₂ D'UN ÉCOULEMENT PAR ADSORPTION/RÉGÉNÉRATION UTILISANT DES CELLULES D'ADSORBANT SOLIDES À CONTRE-COURANT

Contexte

Il est désormais bien connu que l'atteinte des objectifs de l'Accord de Paris requiert une importante réduction des émissions des GES. Dans un premier temps, cela nécessite une amélioration de l'efficacité énergétique ainsi que le déploiement massif d'énergies dites propres. Cependant, par leur nature, il est clair que plusieurs industries seront difficiles à décarboner à court ou à moyen terme (p. ex. : production de l'acier et du ciment, transport aérien). Pour neutraliser ces inévitables émissions de GES, le Programme des Nations Unies pour l'environnement estime que, dans ces situations, il faudra capter le CO₂ à la source d'émission, lorsque possible, ou bien directement de l'atmosphère.

Le captage du CO₂ suivi de la séquestration est une catégorie d'émissions négatives qui vise à retirer le CO₂ de l'atmosphère en utilisant des procédés de séparation physicochimiques. D'après les prévisions de l'Agence internationale de l'énergie (IEA), on estime qu'en 2050 le captage du CO₂ directement de l'atmosphère devra atteindre un niveau de près de 1 milliard de tonnes de CO₂ par an.

À noter que le Canada s'est déjà engagé à atteindre la carboneutralité à l'horizon de 2050 et s'est doté d'une taxe carbone qui atteindra 170 \$/t_{CO2} en 2030. Il va sans dire que ce marché devra croître considérablement au cours des prochaines décennies pour atteindre les objectifs mondiaux.

Bien que quelques technologies de captage du CO₂ soient déjà en développement, ces procédés conventionnels sont encore trop dispendieux et ceux-ci excèdent 500 \$/t_{CO2}. De nouvelles technologies comme celle présentée ci-après sont requises pour bien s'arrimer à ce marché émergent du captage de CO₂ atmosphérique.

Description

La technologie proposée est un système intégré de captage et de séquestration comprenant un appareil modulaire de captage du CO₂ à partir de l'atmosphère ou d'effluents industriels. Le système utilise un procédé de captage du CO₂, basé sur des matériaux poreux spécialement conçus, dans un cycle continu d'adsorption et de régénération. Le matériau adsorbant est fonctionnalisé de façon à offrir une grande surface de captage sur un volume restreint, ce qui permet de fixer les molécules de CO₂ présentes dans le gaz traité de façon rapide et efficace. En modifiant les conditions de pression et de température environnantes du matériau, le CO₂ capté est ensuite libéré sous forme concentrée. Une fois dégagé du matériau, le CO₂ à haute pureté peut être ensuite utilisé ou bien séquestré. La séquestration peut, entre autres, s'effectuer par une réaction chimique de carbonatation à basse température, qui fait réagir le CO₂ dissous dans l'eau avec les débris miniers, ou industriels finement broyés. Ce système peut être installé directement sur un site industriel ou minier avec le procédé alimenté à 100% par l'électricité, dont l'hydro-électricité renouvelable d'Hydro-Québec.

À l'ère du virage écologique, cette innovation s'inscrit donc dans un contexte socio-économique très favorable dont la tendance du marché est en forte croissance. Cette innovation fut d'ailleurs primée à l'occasion de la conférence COP26 à Glasgow en novembre 2021 lors de laquelle elle a séduit le jury de la prestigieuse compétition internationale XPRIZE Carbon Removal et a remporté un prix de 250 K\$US afin de poursuivre sa mise en marché.

Applications

- Captage du CO₂ directement de l'atmosphère
- Captage du CO₂ auprès de grands émetteurs
 - Ex. : Industrie manufacturière, minière, pétrolière, etc.
- Distribution du CO₂ haute pureté (>90%) pour utilisation ou séquestration
- Crédits-carbone compensatoires



200-35, Radisson
Sherbrooke QC J1L 1E2
CANADA
t 819 821-7961

Avantages commerciaux

- **Faibles coûts de captage et de séquestration** (50-150 \$/tCO₂)
 - Dus à la réduction du OPEX et du CAPEX
 - Dus à l'ensemble des avantages techniques (voir la section suivante)
- **Faibles coûts d'exploitation** (OPEX) :
 - Système plus efficace nécessitant moins d'énergie
- **Faibles coûts d'investissement** (CAPEX) :
 - Configuration nécessitant moins de matériaux adsorbant
 - Modularité du système et mise à l'échelle facile
- **Flexibilité** du système permettant d'être **délocalisé**
- **Modularité** et **évolutivité** du système basé sur une seule unité de capture autonome pouvant s'adapter aux besoins en ajoutant des unités.
- **Production de CO₂ haute concentration (>90%)**

Avantages techniques

- **Haute performance;**
 - processus continu
 - récupération de chaleur optimale
 - aucun cyclage thermique des réacteurs
 - minimisation des pertes de pression d'écoulement
 - minimisation de la quantité de matériaux adsorbant requis
 - régénération à basse température
- **Solution intégrée** de captage et de séquestration in situ.
- **Polyvalence** permet la décontamination des résidus miniers amiantés via la séquestration du CO₂ par carbonatation.
- **Universalité** applicable à une large gamme de concentrations de CO₂.
- **Synergie** lorsque couplé avec des industrielles et des systèmes de séquestration
 - Revalorise des rejets thermiques basse température ($T \approx 100^\circ\text{C}$)

Mots-clés

- Solution de réduction des GES
- Captage et séquestration du carbone
- Crédits-carbone
- Carboneutralité
- Lutte au changement climatique

Niveau de maturité technologique (NMT)

Niveau de maturité 5 en 2022 : validation de la technologie en environnement représentatif. Les composants technologiques basiques sont intégrés avec des éléments raisonnablement réalistes afin que la technologie soit testée dans un environnement simulé. Production projetée du système commercial d'une capacité de 1000 tCO₂/an en 2027

Propriété intellectuelle

Demande de brevet Canada, États-Unis, Europe, Chine , *System and Method for Continuous Gas Adsorbate Capture using Adsorption/Regeneration Cycle*

Ce que nous recherchons

- Recherche collaborative pour le développement d'un prototype
- Partenaires d'affaires
- Primoadoptants
- Financement

Contact inventeur

Professeur Martin Brouillette
Martin.Brouillette@USherbrooke.ca
819-821-8000, poste 62159
<https://www.usherbrooke.ca/recherche/specialistes/details/martin.brouillette>

Contact TransferTech Sherbrooke

Josianne Vigneault
J.Vigneault@transfertechn.ca
819-679-5316
www.transfertechn.ca

Exemple :



200-35, Radisson
Sherbrooke QC J1L 1E2
CANADA
t 819 821-7961

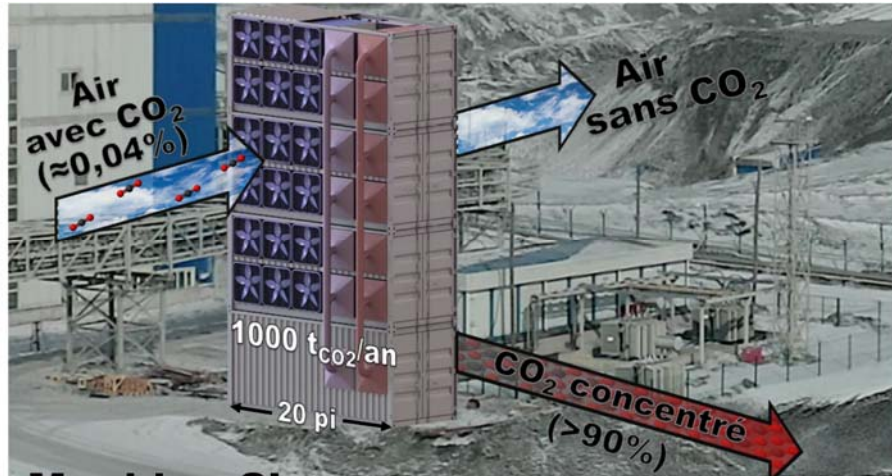


Figure 1 - Schéma d'un système modulaire de captage de CO₂ de 1000t_{CO2}/an.

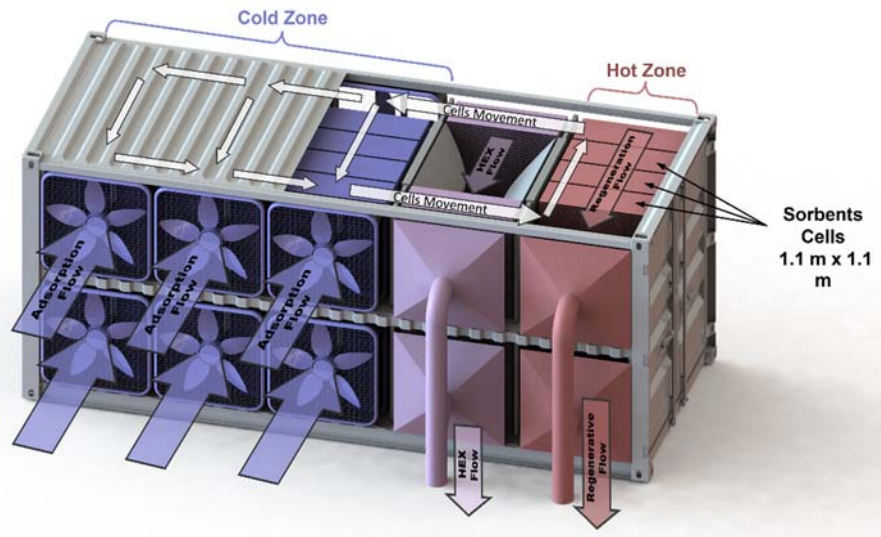


Figure 2 -Principe du fonctionnement de la technologie de captage

Articles :

- Camiré, A., Lacroix, M.-A., Brouillette, M. and Vézina, G. (2022) Assessment of a Direct Air Capture Process Scale-Up, *IEA GHGT-16 Conference*, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4286353>
- Gagné, A., Chartrand, D., Vézina, G. and Brouillette, M. (2022) CO₂ Direct-Air Capture Combined with Mine Tailings Carbonation System, *IEA GHGT-16 Conference*, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4286306>

Notre invention dans les médias :

- Millette, V. (10 novembre 2021) Une technologie de réduction des GES de l'Université de Sherbrooke parmi les plus prometteuses sur la planète (usherbrooke.ca/actualites/nouvelles/environnement/details/46357)
- Lavars, N. (16 novembre 2021) Elon Musk's \$100-million Carbon Removal XPrize announces first winners, NewAtlas, (newatlas.com/environment/musk-100-million-carbon-removal-xprize-student-winners/)
- Custeau, J. (11 novembre 2021) Un procédé québécois retient l'attention d'Elon Musk à la COP26, *Le Droit* (ledroit.com/2021/11/11/un-procede-quebecois-retient-lattention-delon-musk-a-la-cop26-videos-cf1f8392e6df76bec3aa45d0cb254fb0)
- Vézina, G. et Brouillette, M. (2022) Skyrenu : une solution dans l'air que l'on respire, *Vecteur Environnement*, Vol 55 no 3, pp 26-27.