



# CENTRALE THERMIQUE AVEC CAPTAGE ET STOCKAGE DU CO<sub>2</sub>



## C'est quoi ?

Les centrales thermiques sont largement impliquées dans le phénomène du réchauffement climatique. Produisant de l'électricité à partir de combustibles fossiles (gaz, charbon, fioul, etc.), elles rejettent d'importantes quantités de CO<sub>2</sub>.

L'idée est de développer des technologies pour capter ces émissions et de pouvoir l'étendre à d'autres domaines industriels comme les secteurs de l'acier, du ciment, de la gestion des déchets, du raffinage et de la pétrochimie.

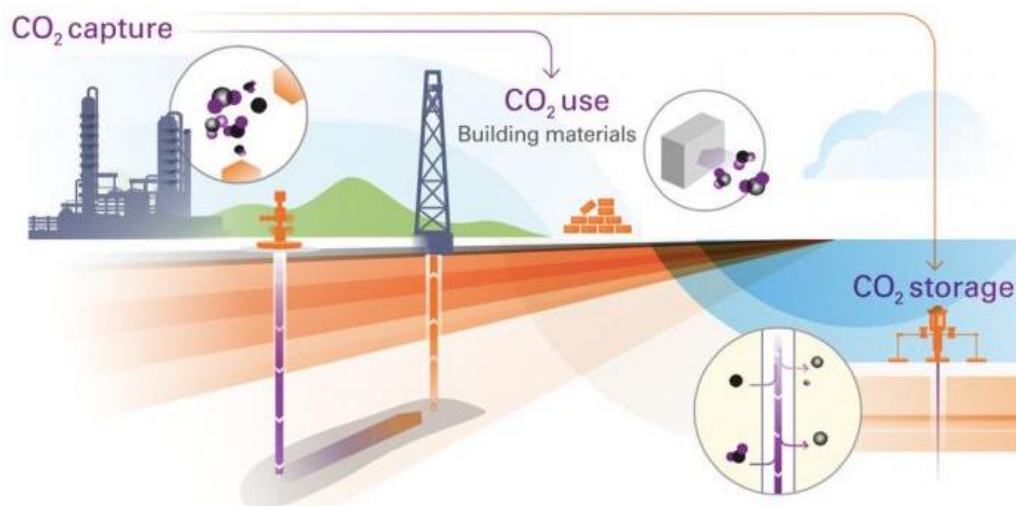


Illustration : BP



Emissions mondiales de CO<sub>2</sub> [Crédits : © China Stringer Network / Reut]

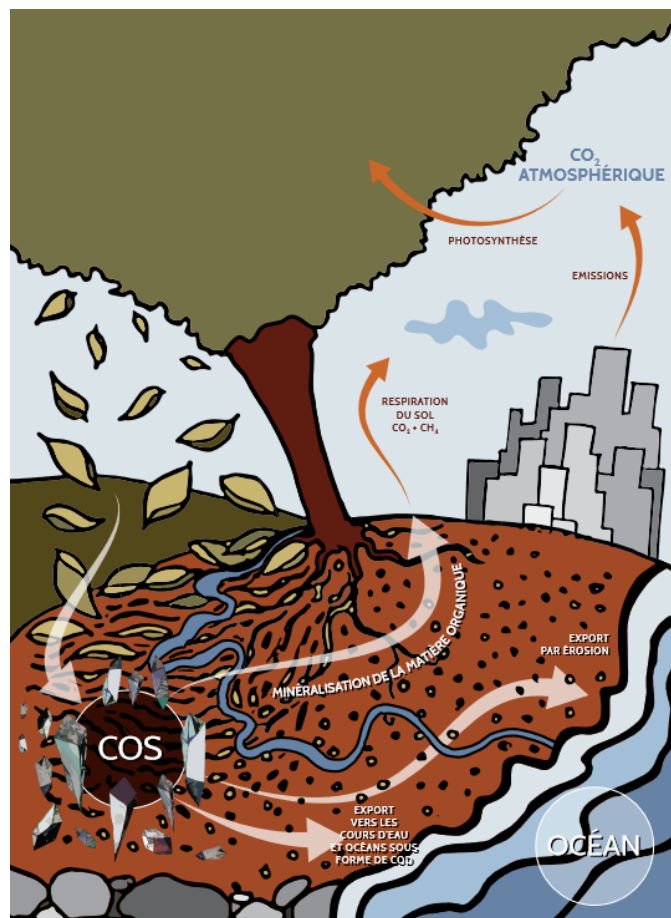
## Comment ça fonctionne ?

Le carbone est présent dans tous les grands milieux de notre planète :

- Les océans
- La végétation
- L'atmosphère

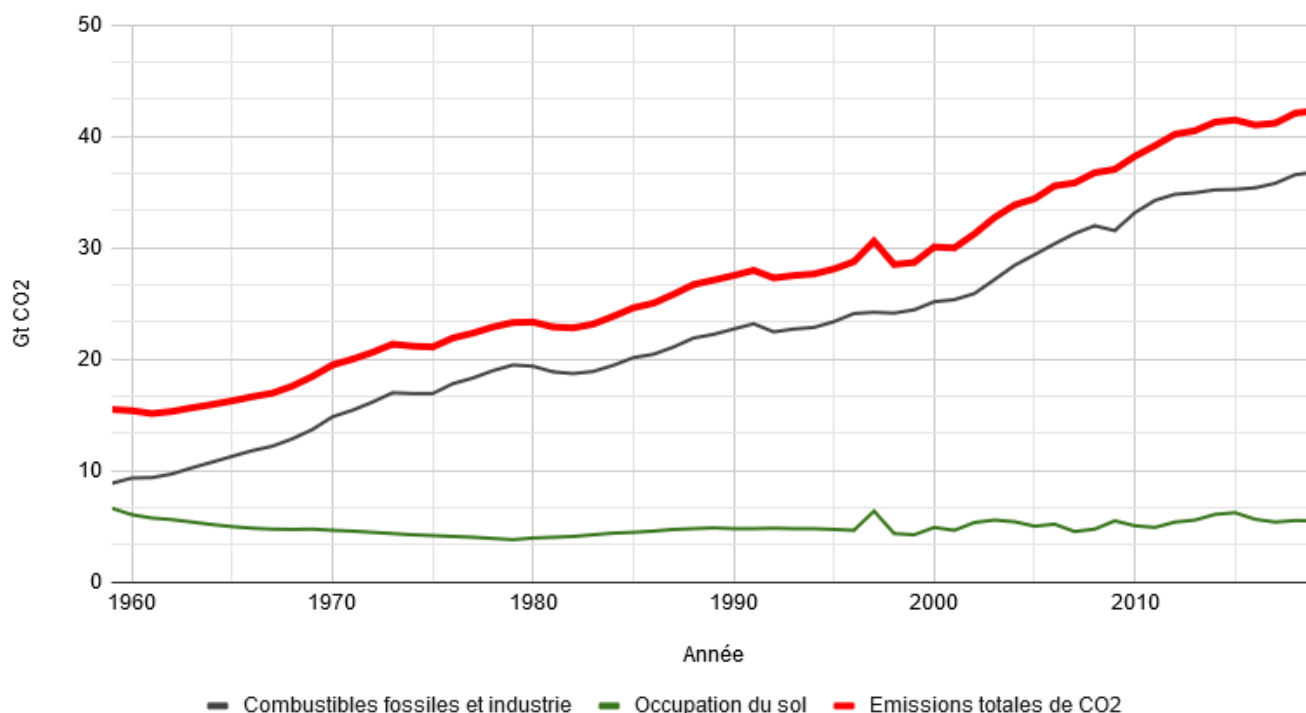
Au cours des années 2000, sur les **32,6 milliards de tonnes (Gt)** de **CO<sub>2</sub>** libérées en moyenne par an par les activités humaines, l'atmosphère en a absorbé **14,7**, les réservoirs terrestres (biosphère et sols) **9,5** et les océans **8,4**.

L'atmosphère est le réservoir le plus affecté par les activités anthropiques (liées à l'homme) : la quantité de carbone absorbée a augmenté de près de **40 %** par rapport à l'ère préindustrielle (1850 -1900).

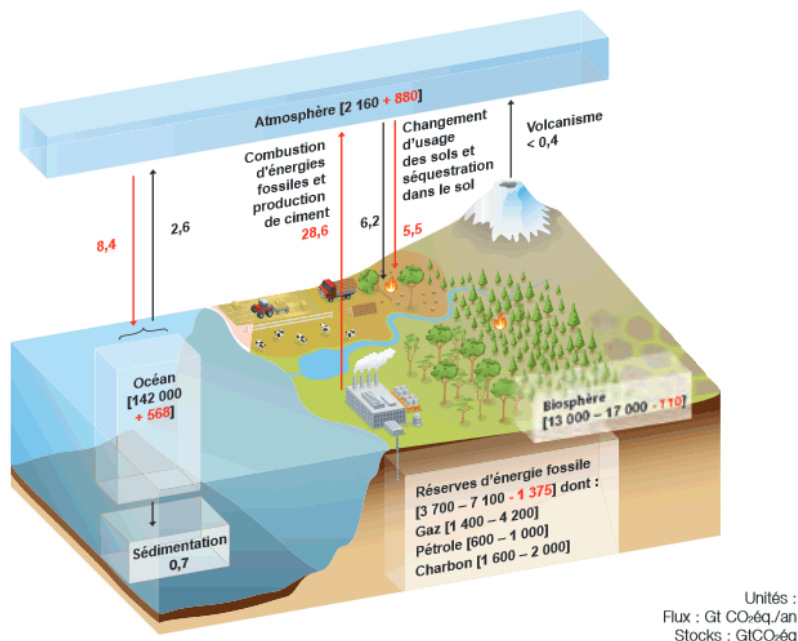


## Emissions de CO<sub>2</sub> mondiales

CC BY-NC-SA [www.notre-planete.info](http://www.notre-planete.info) d'après Global Carbon Project / CDIAC / GCP / BP / USGS



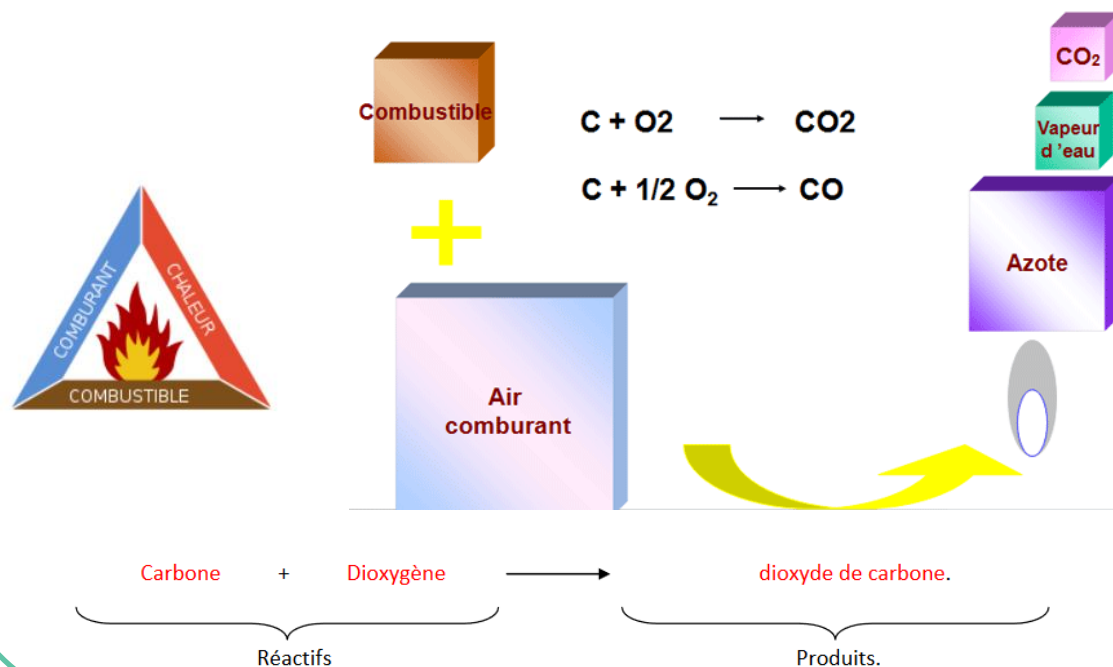
Certains secteurs, comme la production d'électricité avec les énergies fossiles [charbon, fioul et gaz], mais aussi la production de ciment, sont très émetteurs de CO<sub>2</sub> qui est un des principaux gaz à effet de serre responsable de l'accélération du réchauffement climatique. C'est lors de la phase de combustion que le CO<sub>2</sub> est rejeté.



Représentation schématique de la perturbation du cycle global de carbone à cause des activités humaines de 2002 à 2011. La combustion d'énergies fossiles, la production de ciment, la déforestation et les feux de forêt contribuent à émettre du CO<sub>2</sub> tandis que la végétation et les océans le séquestrent. Les unités sont en milliards de tonnes par an. © Source : GIEC, 2013

## La combustion, qu'est-ce que c'est ?

C'est une réaction chimique, à température élevée entre un combustible [charbon, gaz, fioul, biomasse] qui contient essentiellement du carbone, de l'hydrogène, parfois du soufre, et de l'oxygène apporté par un comburant généralement de l'air.

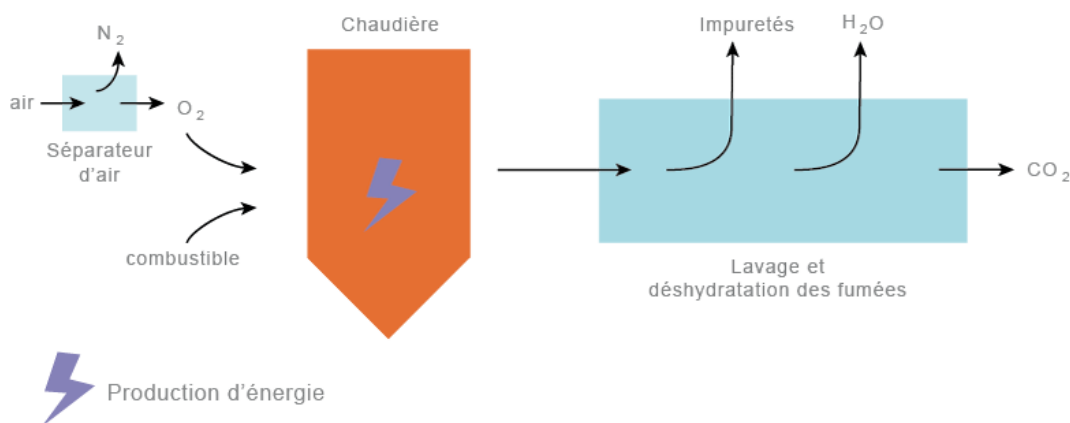


## Capter et séquestrer le CO<sub>2</sub>, solution pour diminuer les émissions ?

L'idée est capturer le CO<sub>2</sub> [en amont du processus de combustion ou en aval] et de le stocker dans le sous-sol selon différentes techniques. On en est encore au stade de la recherche et les 1<sup>ères</sup> expérimentations ne font que commencer.

### La capture du CO<sub>2</sub> par oxycombustion

L'oxycombustion consiste à injecter de l'oxygène pur [et non pas de l'air] au cours de la combustion. Cela évite d'introduire du N<sub>2</sub> dans le foyer de combustion et de le retrouver dans les gaz de combustion. Des étapes de lavage et de déshydratation des fumées sont suffisantes pour isoler le CO<sub>2</sub>. Cette technologie nécessite la production de grandes quantités d'oxygène très pur. L'oxygène est obtenu par séparation de l'oxygène de l'air, par exemple par cryogénie. D'autres procédés sont à l'étude [ex : membranes sélectives].



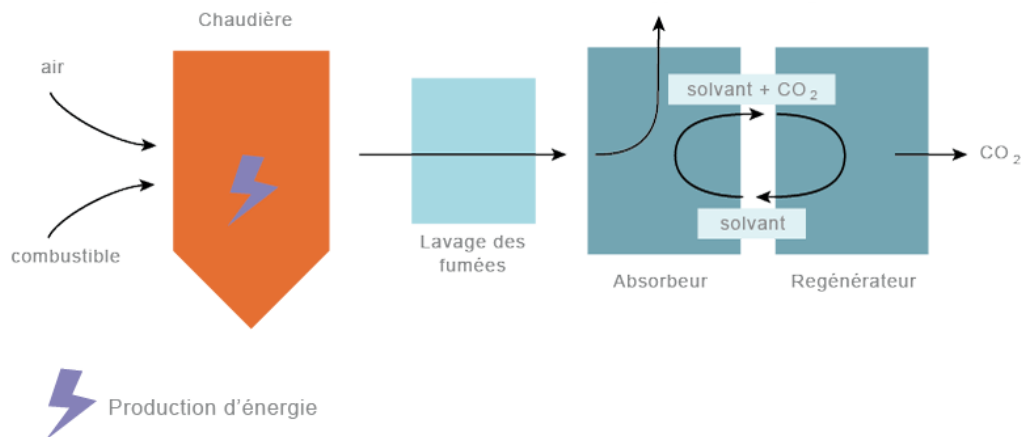
## La capture du CO<sub>2</sub> en postcombustion

Ce procédé consiste à intervenir en aval de l'étape de combustion et à traiter les gaz de combustion pour en extraire le CO<sub>2</sub>. Les gaz de combustion contiennent majoritairement du N<sub>2</sub>, provenant de l'air entrant, mais également du CO<sub>2</sub>, de l'O<sub>2</sub>, de l'eau, des NO<sub>x</sub> et SO<sub>x</sub> [oxydes d'azote et de soufre] et d'autres produits [combustion incomplète, espèces minoritaires de l'air entrant].

Le procédé le plus commun est la capture par un solvant présentant une affinité pour les molécules de CO<sub>2</sub> [c'est-à-dire capable de se lier avec des molécules de CO<sub>2</sub> dans certaines conditions, notamment de pression et de température]. La capture se fait en deux temps :

- charge du solvant : les gaz de combustion sont mis en contact avec le solvant, qui se lie aux molécules de CO<sub>2</sub> ;
- régénération : le solvant est « régénéré » dans un autre compartiment pour libérer les molécules de CO<sub>2</sub> qui s'y étaient fixées.

Le reste du gaz de combustion, appauvri en CO<sub>2</sub>, est libéré dans l'atmosphère. La réussite de la capture repose sur le choix du solvant et des procédés choisis pour la mise en contact. Les solvants aux amines, notamment la MEA [monoéthanolamine], sont les plus utilisés. D'autres solvants sont à l'étude visant à limiter notamment les coûts, l'énergie de régénération [énergie nécessaire pour effectuer le cycle charge-régénération] et les impacts socio-environnementaux.



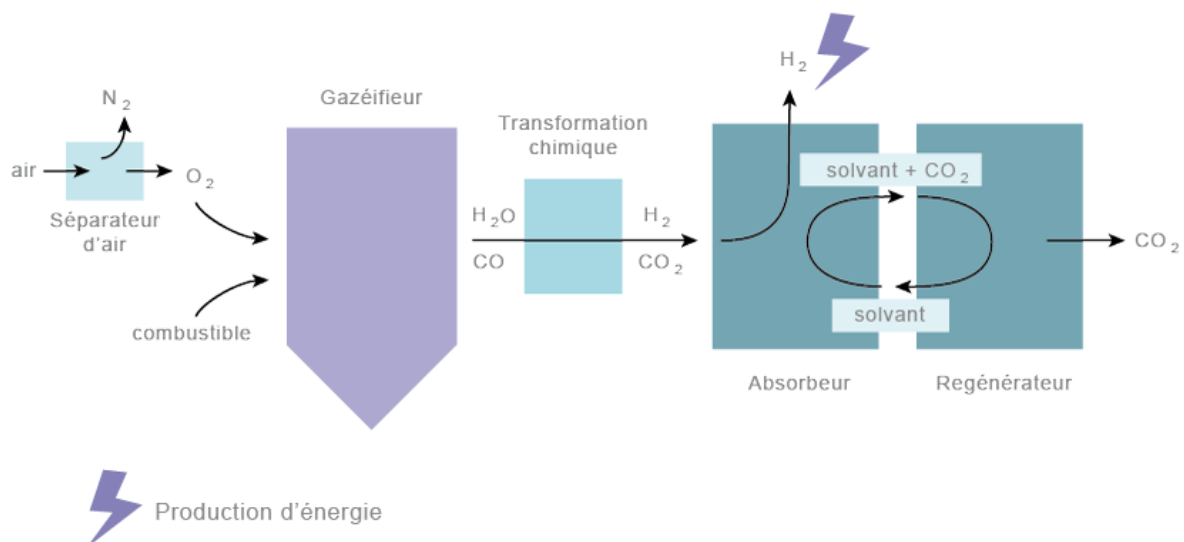
## La capture du CO<sub>2</sub> en précombustion

La technologie de capture en précombustion nécessite de modifier l'ensemble du procédé de combustion. Les principales étapes sont :

- gazéification du combustible, pour obtenir un mélange de CO + H<sub>2</sub>O
- transformation chimique permettant d'obtenir un mélange CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>
- extraction du CO<sub>2</sub> par solvant [typiquement du méthanol] ;
- production d'énergie grâce à l'hydrogène [turbines].

Cette technologie ne peut s'appliquer que sur des unités neuves.

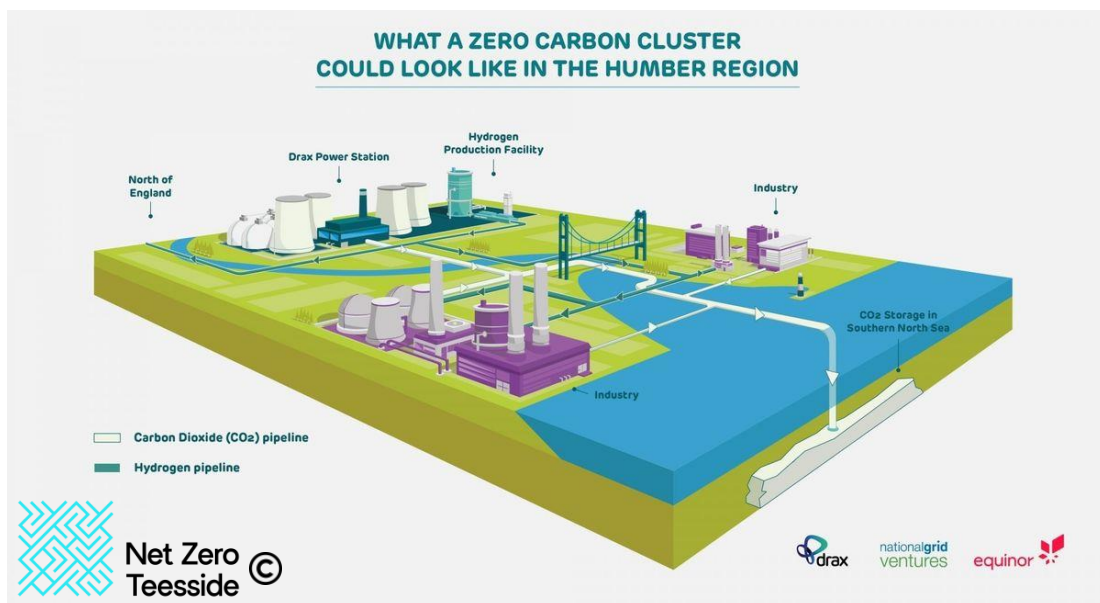
Ces différents procédés permettent d'atteindre des taux de capture du CO<sub>2</sub> généralement de l'ordre de 80 à 95%.



## Net Zero Teesside

Net Zero Teesside est un projet de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (CCUS), basé à Teesside dans le nord-est de l'Angleterre. En partenariat avec l'industrie locale et avec des partenaires engagés et de classe mondiale, il vise à décarboner un cluster d'entreprises à forte intensité de carbone dès 2030.

Chaque année, le projet prévoit de capter des émissions de dioxyde de carbone équivalentes à la consommation d'énergie annuelle de jusqu'à 1 million de foyers au Royaume-Uni. Traitement qui élimine les émissions de dioxyde de carbone et les stockent profondément sous terre, les empêchant ainsi d'être rejetées dans l'atmosphère.



Net Zero Teesside vise à recueillir, comprimer et stocker jusqu'à 6 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>/an émis par des industriels dans un réservoir sous la mer du Nord, qui aurait une capacité de 1000 Mt. Le projet prévoit aussi l'installation d'une centrale électrique avec turbine à gaz à cycle combiné (CCGT) dotée d'une technologie de capture du carbone qui fournira, en complément, des sources d'énergie renouvelables.

## Carbon Clean

De nombreux industriels utilisent le CO<sub>2</sub> comme matière première. Ils se le font livrer sous forme liquéfiée par camions citernes alors même que certains équipements de leur site émettent du dioxyde de carbone, comme les centrales thermiques. L'idée est de capturer le CO<sub>2</sub> sur site et le réinjecter directement dans leurs process industriels. Le CO<sub>2</sub> récupéré est surcyclé en bicarbonate de soude. Un composant nécessaire à la fabrication de nombreux produits : verre, édulcorants, détergents, etc.

La société Carbon Clean Solutions Limited (CCSL) a mis au point un solvant qui permet de séparer les molécules dans un flux de gaz.







## AVANTAGES

- Permet de limiter les émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.
- Permet de valoriser le CO<sub>2</sub> et d'en faire une ressource à part entière [substitution au pétrole pour certains usages].

## INCONVENIENTS

- Les procédés sont très coûteux et fortement consommateurs d'énergie.
- Il y a encore des incertitudes sur les capacités de stockage, ainsi que sur les risques environnementaux et sanitaires.

Pour en savoir plus :

<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/capture-et-stockage-du-co2-csc>

<https://www.usinenouvelle.com/article/pourquoi-total-investit-dans-le-projet-norvegien-de-captage-et-stockage-de-co2-northern-lights.N925694>

<https://www.usinenouvelle.com/article/carte-ou-se-trouvent-les-projets-et-sites-de-captage-et-stockage-de-co2-dans-le-monde.N931824>

