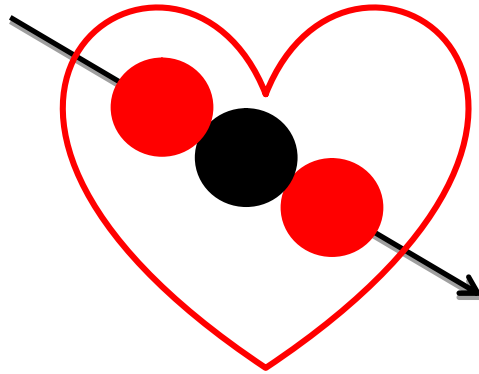


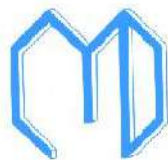
CO₂ je t'aime, moi non plus !

lien vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=7le1DEcLYC8>



Atelier scientifique - Elèves de 3^{ème}

Année 2022-2023



Collège Yvon Delbos
24290 MONTIGNAC-LASCAUX



Les chimistes de la saison 2022-2023



*Anna, Lisa, Angel, Stella, Nino, Maël, Lucie, Théo, Sarah, Pauline
Fanny, Malvina, Quentin, Antoine, Simon, Alexia, Silla
En médaillon : Mathieu, Elodie*



Les élèves au travail en autonomie

Sous la responsabilité de Patrice REIG professeur de Sciences-Physiques
Avec la collaboration de Mme CASTETS professeur de SVT
Et de Madame Aïcha EL KHAMLICHI de l'ADEME à Angers

Préambule.

Cette année encore, pour la 18^{ème} année consécutive, un atelier scientifique a pu être mis en place au collège de Montignac-Lascaux. C'est ainsi que 19 élèves volontaires de 3^{ème} approfondissent leurs savoirs et savoir-faire en Physique-Chimie. C'est le moment pour eux de pratiquer 2h par semaine des sciences « autrement » au travers d'activités exclusivement expérimentales pour répondre à des questions liées pour la plupart au quotidien.

Du fait du rayonnement de cet atelier dans le collège, des précédentes participations au concours « C-génial », ou à celui du challenge « Cultivons nos Cristaux » et des portes ouvertes du collège en fin d'année, la promotion de cette année a également voulu participer au concours. Une demande a été formulée pour travailler sur un thème lié à l'environnement, laissant un peu de côté cosmétiques, bonbons ou autre cuisine moléculaire.

Je leur ai donc proposé de travailler sur le dioxyde de carbone, molécules au centre de toutes les investigations environnementales et climatiques.

Introduction/Positionnement du problème.

Le dioxyde de carbone (CO₂) est un gaz à effet de serre. Pas un jour ne se passe sans que l'on ne parle du réchauffement climatique et de ces conséquences dramatiques sur notre planète et de celles que nos descendants auront dans moins d'un siècle.

Les différents rapports du GIEC, les COP successives, alertent l'humanité sur les dangers du réchauffement et des efforts ont été engagés pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES). Les politiques de transition énergétique mises en place par les états impliquant une réduction des rejets de CO₂ ou autres gaz à effet de serre, ne conduisent malheureusement pas à des résultats significatifs : le pourcentage de CO₂ rejeté dans l'atmosphère ne cesse d'augmenter chaque année. Les scientifiques estiment entre 37 et 39 milliards de tonnes (37 à 39 Gt) la masse de dioxyde de carbone rejetée dans l'atmosphère. Une partie (≈1/4) est captée par les océans, une autre (≈1/4) par les forêts mais il en reste ! Et cela s'accumule dans la biosphère depuis le début de l'ère industrielle vers le milieu du 19^{ème} siècle. C'est ainsi que la quantité de CO₂ accumulée depuis 200 ans est estimée à 1000 Gt !

Que faire de tout ce dioxyde de carbone qui risque de nous « polluer » la vie et l'avenir ? Existe-t-il des moyens pour s'en servir comme matière première et le revaloriser ?

C'est à cette problématique que nous allons répondre...

Mise en place de notre projet.

Trois grandes parties ont été traitées car 3 grandes questions se posent :

- 1) Qu'est-ce qui produit du CO₂ ?
- 2) Pourquoi le CO₂ est-il nocif pour la planète ?
- 3) Que faire du CO₂ ? C'est-à-dire comment le revaloriser ?

Les élèves par groupe de 2 ou 3 ont mis en place des recherches/expériences pour répondre à toutes ces questions dont certaines ont déjà été traitées en cours (BO officiel). C'est un bon moyen de revoir certaines notions, de les approfondir et de les réutiliser.

D'autre part nous avons eu l'opportunité de pouvoir discuter avec une scientifique de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), spécialiste dans le domaine de la valorisation du dioxyde de carbone.

I) Qu'est-ce qui produit le dioxyde de carbone ?

1) Les informations dont on dispose.

La plus grande partie du CO_2 est produite par l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole et dérivés, charbon, gaz naturel) qui sont extraits du sous-sol et utilisés comme source d'énergie depuis le milieu du 19^{ème} siècle. Cela représente 85% des émissions.

La déforestation massive, notamment en Amazonie suivie d'un brûlage anarchique représente à elle seule 10% des émissions de CO_2 .

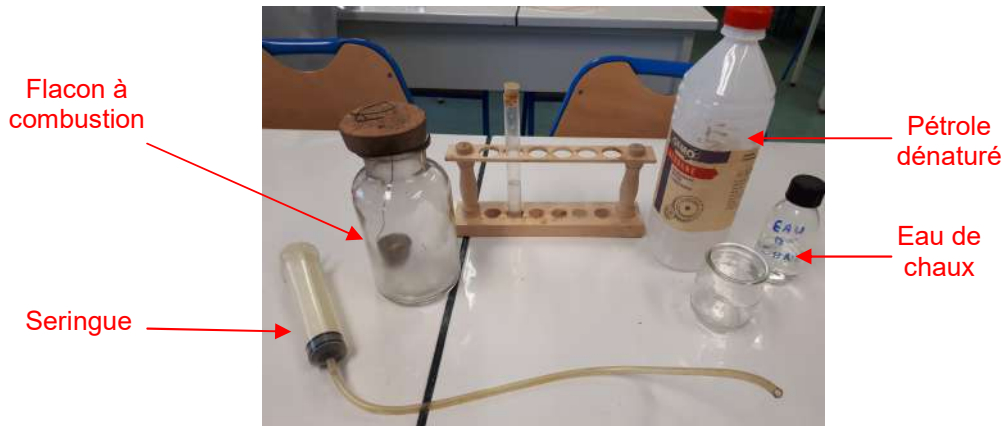
Enfin les 5% restants sont issus des cimenteries

Quelques expériences permettent de modéliser ces 3 grandes catégories d'émissions.

2) Les combustibles fossiles.

a) Description des expériences

Dans un flacon à combustion qui contient de l'air, on introduit un combustible porté à l'incandescence ou enflammé selon le cas. On laisse se dérouler tranquillement la combustion jusqu'à l'épuisement des 21% de dioxygène de l'air. Avec une seringue et un tuyau, on prélève le gaz du flacon que l'on fait « buller » dans de l'eau de chaux : un trouble indique la présence de dioxyde de carbone ; une contre-expérience permet de montrer que l'introduction d'air dans l'eau de chaux ne conduit à aucun trouble.



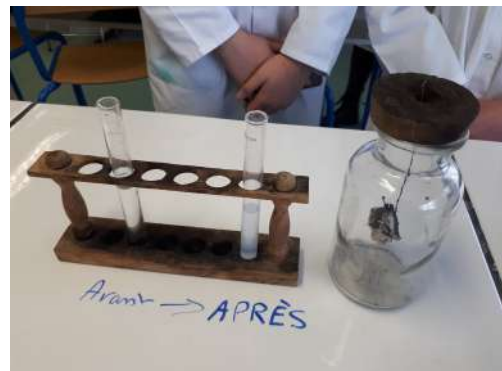
Le matériel utilisé

b) Quelques combustions.

Le charbon de bois (et de mine !), le gaz butane/propane, un hydrocarbure liquide (kerdane = pétrole dénaturé), divers plastiques issus du pétrole (PVC, PE). A chaque fois, le réactif de l'eau de chaux se trouble attestant la production de CO_2 .



Combustion d'un hydrocarbure liquide



Combustion du charbon



Combustion du charbon de mine

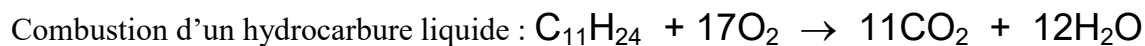
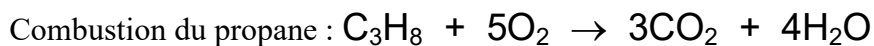
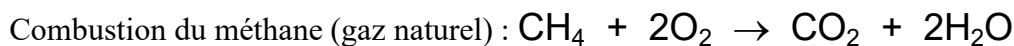
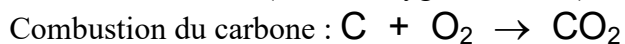


Combustion d'un mélange butane/propane



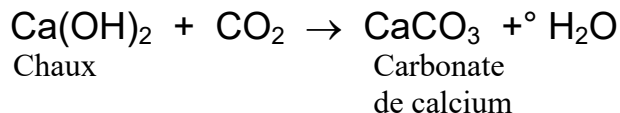
c) Quelques réactions.

Rappelons que pour toute combustion il faut avoir la coexistence de 3 faits : le combustible, le comburant (ici le dioxygène de l'air) et la chaleur.



Pour chaque combustion il se produit du dioxyde de carbone (et parfois de l'eau)

La réaction d'identification du dioxyde de carbone par l'eau de chaux se modélise ainsi :



3) La déforestation.

Le même type d'expérience a été utilisé mais au lieu d'introduire le bois dans le flacon d'air, on y récupère simplement les gaz de la combustion.



Combustion du bois

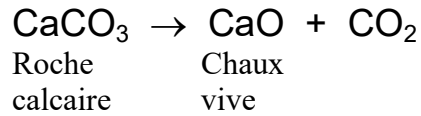


Prêts pour la combustion

L'eau de chaux se trouble également prouvant la présence de CO₂.

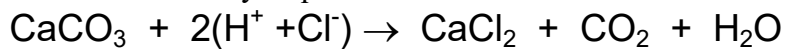
4) Les cimenteries.

Toutes les constructions modernes sur notre planète utilisent le ciment. Dans une cimenterie, la principale réaction est de porter à 900°C des roches calcaires. Une réaction se produit dans un four à chaux :



On obtient de la chaux vive qui est à l'élément essentiel du ciment ; mais il se produit aussi un dégagement de dioxyde de carbone.

Nous n'avons pas les moyens de faire cette réaction (900°C ?). En revanche nous avons utilisé une expérience qui permet de modéliser cette réaction : il s'agit de montrer que lors de la décomposition d'un calcaire, du dioxyde de carbone se dégage. On utilise la réaction de l'acide chlorhydrique sur le calcaire selon le schéma :

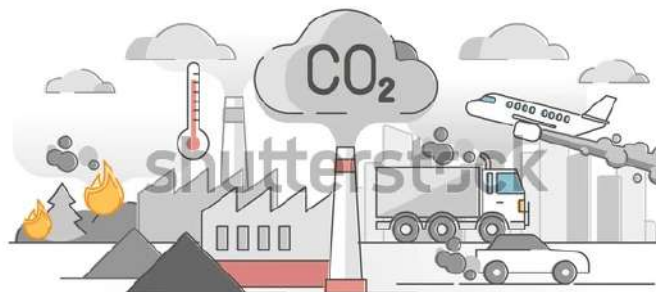


Cela montre bien que la décomposition du carbonate de calcium, sous haute température ou par l'intermédiaire d'un acide dégage également du dioxyde de carbone.



La décomposition des calcaires

Toutes ces petites activités ont permis de montrer ce que l'on entend régulièrement dans les médias : les activités humaines produisent du dioxyde de carbone en trop grande quantité.

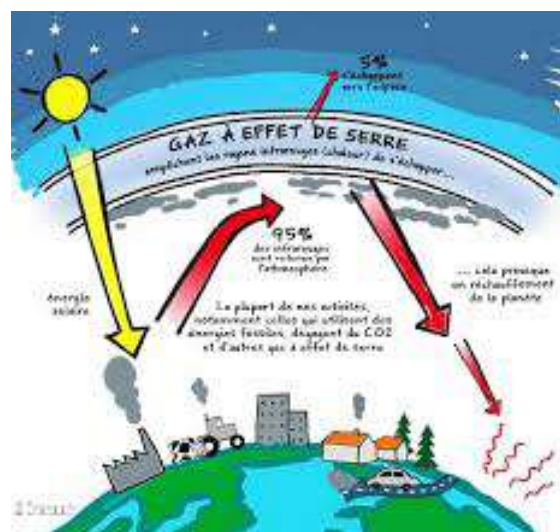


II) Pourquoi le dioxyde de carbone est-il nocif pour la planète ?

Lors de nos recherches, de nos cours, dans les médias, on entend dire que le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre.

1) Qu'est-ce que l'effet de serre ?

Sans lui, la vie n'aurait pas été possible sur Terre, les amplitudes thermiques auraient été très importantes comme sur la Lune (-150°C à +150°C). L'effet de serre peut se résumer ainsi : **le Soleil chauffe la Terre qui renvoie de la chaleur sous forme de rayonnement Infra Rouge (IR). Cette chaleur reste piégée par les gaz à effet de serre (GES) ce qui permet à la Terre de garder une température moyenne de l'ordre de +15°C.** Le dioxyde de carbone (CO₂) joue ce rôle de « captation » de la chaleur, tout comme le méthane (CH₄) produit par les élevages, le protoxyde d'azote (N₂O) issu de l'utilisation des engrais chimiques, mais également la vapeur d'eau (H₂O) de l'atmosphère.

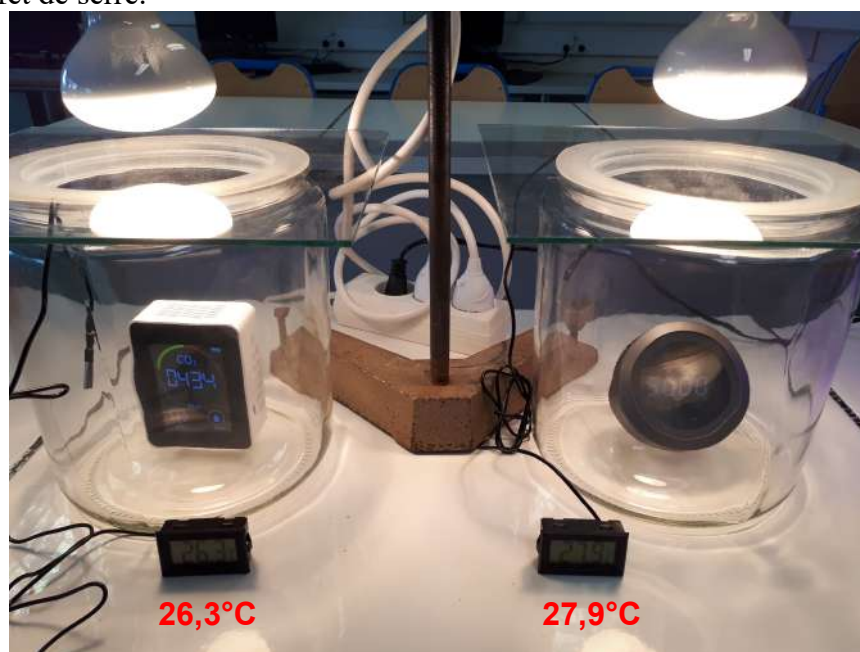


On comprend aisément que si on augmente la quantité de GES dans l'atmosphère, on augmente la quantité de rayonnement IR piégés et donc la température augmente : c'est le « fameux » réchauffement climatique.

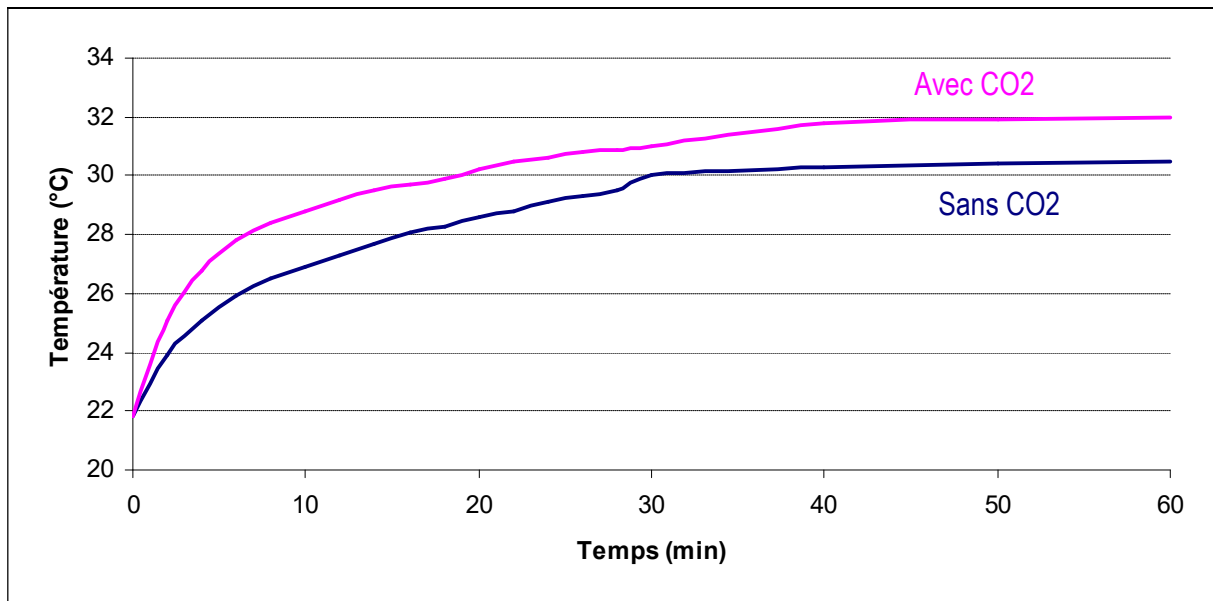
Certes notre situation Terrestre n'est pas celle de la planète Vénus qui a exclusivement une atmosphère constituée de CO₂ et l'effet de serre est tellement important que sa température avoisine les 400°C.

2) Une expérience qui modélise l'effet de serre.

Pour cela nous disposons de 2 récipients chauffés par 2 lampes et contiennent chacun un capteur de température. L'un des récipients contient de l'air, l'autre est rempli de dioxyde de carbone. Une bougie allumée permet de prouver la présence de CO₂ : elle s'éteint. Dans l'autre flacon qui contient l'air elle brûle normalement. Une sonde à CO₂ permet d'attester également la présence de gaz différents dans les pots. Les lampes chauffantes sont allumées pendant 1h et la température est relevée toutes les 2 minutes. Le graphique ci-dessous montre l'écart entre les deux flacons : la température augmente plus rapidement dans le flacon qui contient le gaz à effet de serre.



A gauche de l'air, à droite du CO₂



3) Un autre phénomène néfaste : l'acidification des océans.

Les océans captent $\frac{1}{4}$ du dioxyde de carbone produit. Si cela permet de diminuer sa concentration dans l'air, un excès conduit à un phénomène à l'origine de réactions qui affectent les biotypes marins.

a) Une expérience qui modélise.

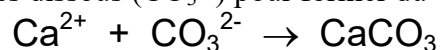
De l'eau de mer est versée dans un tube à essai (concentration de 35g/L) ; son pH de l'ordre de 8 est lié à la présence de carbonates dissous. Le rouge de phénol est l'indicateur coloré qui va être utilisé. Les zones de virages sont représentées ci-dessous.

Couleurs du rouge phénol	forme acide jaune	zone de virage pH 6,6 à pH 8,4	forme basique rouge
--------------------------	----------------------	-----------------------------------	------------------------

Dans l'eau de mer, l'indicateur est plutôt orange/rouge. On injecte du CO_2 avec un tuyau et très rapidement l'indicateur vire au jaune prouvant l'acidification.

b) Quel impact sur les biotypes marins.

Un peu de chimie. L'eau de mer contient des ions calcium Ca^{2+} qui sont utilisés par les coraux pour façonner leur squelette ainsi que les petits crustacés à coquille en utilisant les ions carbonates dissous (CO_3^{2-}) pour former du CaCO_3 (calcaire).



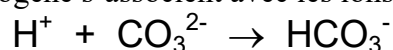
Le dioxyde de carbone lors de sa dissolution dans l'eau forme l'acide carbonique :



Ce dernier est instable et donne un ion hydrogène et un ion hydrogénocarbonate



Les ions hydrogène s'associent avec les ions carbonates de l'eau de mer



La concentration en ions carbonate diminue dans l'eau de mer privant ainsi les coraux d'un de leur élément prépondérant.

III) Que faire du CO₂ ? Comment le revaloriser ?

Pour traiter cette partie nous avons eu l'opportunité d'avoir un contact par visio-conférence avec une personne spécialiste de la revalorisation du CO₂ à l'ADEME, l'agence de la transition écologique : Mme Aïcha KHAMLICHI.

1) Rappel de la situation.

De nombreuses recherches ont lieu sur ce thème. De plus, des efforts sont faits chaque année dans nos sociétés modernes pour minimiser les rejets de GES et donc de CO₂. L'utilisation d'une électricité « décarbonée » et de l'emploi de davantage d'énergie dites renouvelables (eau-vent-Soleil) est une solution ; mais malgré ça trop de CO₂ est encore émis. N'oublions pas celui qui a été émis depuis presque 2 siècles et qui se trouve toujours dans l'atmosphère.

2) La principale difficulté.

Le dioxyde de carbone est un gaz à température ambiante et pression atmosphérique et en vertu des propriétés des gaz, il occupe tout l'espace offert, est impalpable en plus d'être incolore et inodore. Le récupérer, « l'attraper », n'est pas une mince affaire...

Pour montrer l'ampleur de la difficultés, les élèves ont réalisé une petite modélisation : dans un pot ils ont placé 10000 petits cailloux rouge qui représente les molécules dans l'air (diazote et dioxygène essentiellement). Parmi ces petits cailloux ils ont placé 4 petits cailloux blancs qui représentent les molécules de dioxyde de carbone : cela montre la proportion ; on peut voir ces cailloux, les chercher, les prendre mais qu'en est-il quand c'est un gaz incolore ?

4 molécules sur 10000 représentent les 400ppm de CO₂ que nous avons dans l'air, c'est-à-dire 400 parties par millions. C'est la valeur communément admise à l'heure actuelle du taux de CO₂. Les capteurs donnent des valeurs de cet ordre de grandeur (un petit peu plus quand même).

3) Le triptyque Captage/Stockage/Revalorisation.

Le challenge se trouve dans la succession de ces 3 actions fondamentales. Avant de pouvoir en faire quelque chose il faut « l'attraper » et le stocker voire le transporter sur un lieu d'utilisation. Pour accomplir cette mission, la Chimie et la Physique vont être d'un grand secours.

a) La récupération du CO₂ = fixer le CO₂.

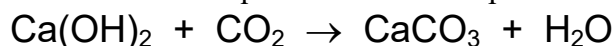
Pour les très fortes concentrations de dioxyde de carbone en sortie d'une centrale thermique à flamme par exemple, des procédés physiques peuvent être utilisés par l'utilisation de membranes, comme une sorte de filtre. En revanche pour les quantités plus faible des procédés chimique peuvent être mis en œuvre : il faut qu'il y ait une réaction chimique entre le CO₂ et une autre substance.

Un produit utilisé en classe : la chaux sodée.

L'idée est venue de l'utilisation de cette substance dans le milieu hospitalier : lors des anesthésies, dans les circuits de dioxygène il y a des sortes de cartouches dans lesquelles se trouvent des granulés de chaux sodée. Toute trace de CO₂ est captée par ces produits évitant ainsi une saturation en gaz asphyxiant pour le patient. Ce produit est également utilisé dans les sous-marins et dans les bouteilles de plongées. Quand les granulés sont saturés, ils deviennent violets (contiennent un indicateur coloré). Nous nous sommes procurés ces granulés et la composition nous informe sur la nature de la substance : de la chaux Ca(OH)₂ et de la soude NaOH ou hydroxyde de sodium.

Comment le dioxyde de carbone peut-il être capté par ce composé ?

Diverses réactions chimiques successives se produisent, le bilan final est le suivant :



Il se forme donc du carbonate de calcium et de l'eau. Le dioxyde de carbone est alors piégé.

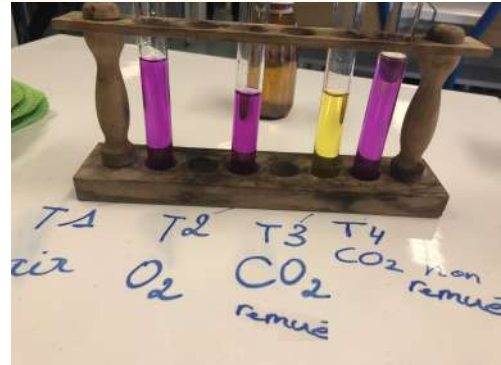
Quelques unes de nos expériences avec la chaux sodée.

Dans un tube à essai ou une éprouvette qui contient un indicateur coloré : le rouge de crésol avec les zones de virages ci-dessous.

Couleurs du rouge de crésol	forme acide jaune	zone de virage 2 pH 7.0 à pH 8.8	forme basique rouge	forme très basique violet
-----------------------------	-----------------------------	--	-------------------------------	-------------------------------------

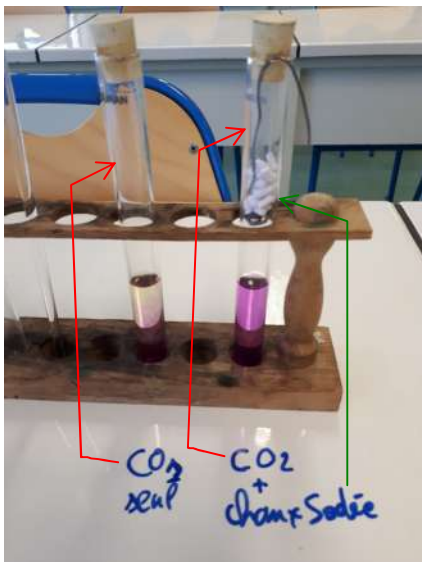


Jaune forme acide / rouge forme basique

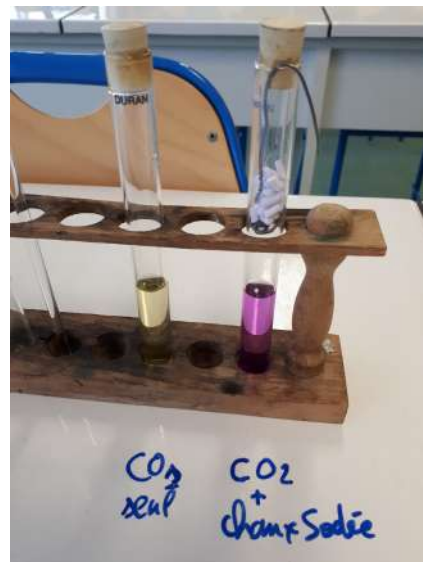


Violet forme très basique

Quand on verse au dessus du liquide du dioxyde de carbone et que l'on ne remue pas, la forme basique prédomine ; en revanche en agitant c'est la forme acide (jaune) qui prend le dessus car le CO_2 se dissous dans le liquide et donc l'acidifie.



Tube de gauche : rouge de crésol + CO_2
(cela commence à virer au jaune)
Tube de droite rouge de crésol + CO_2
+ chaux sodée

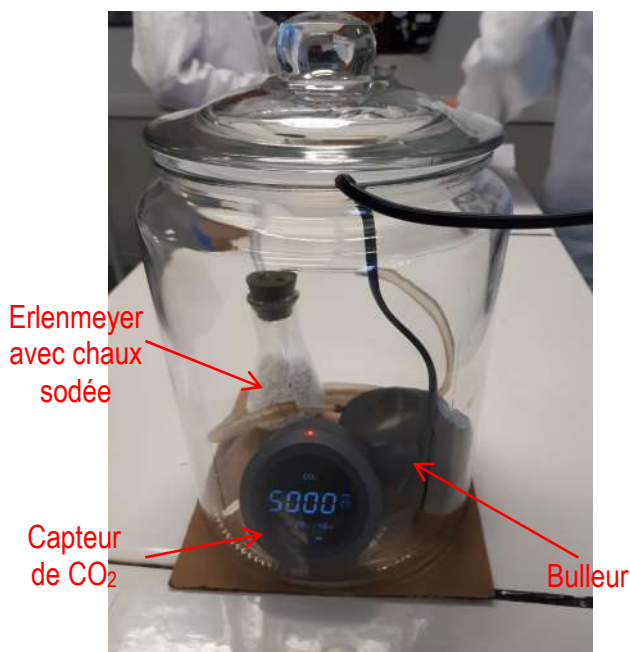


Après quelques instants, sans les granules c'est devenu jaune, avec le CO_2 a été absorbé et il apparaît de la vapeur d'eau

Une autre expérience a été réalisée sur le plus long terme : Il s'agit de montrer le rôle de la chaux sodée dans une enceinte fermée. Nous disposons :

- . d'un erlenmeyer qui contient les granulés dans lequel du gaz va circuler,
- . d'un bulleur d'aquarium qui va faire circuler le gaz dans l'erlenmeyer,
- . d'un capteur de CO_2 qui permet de suivre l'évolution de la concentration
- . du dioxyde de carbone pour remplir

Tous ces éléments sont placés dans un gros bocal de 6L qui servira d'enceinte fermée.

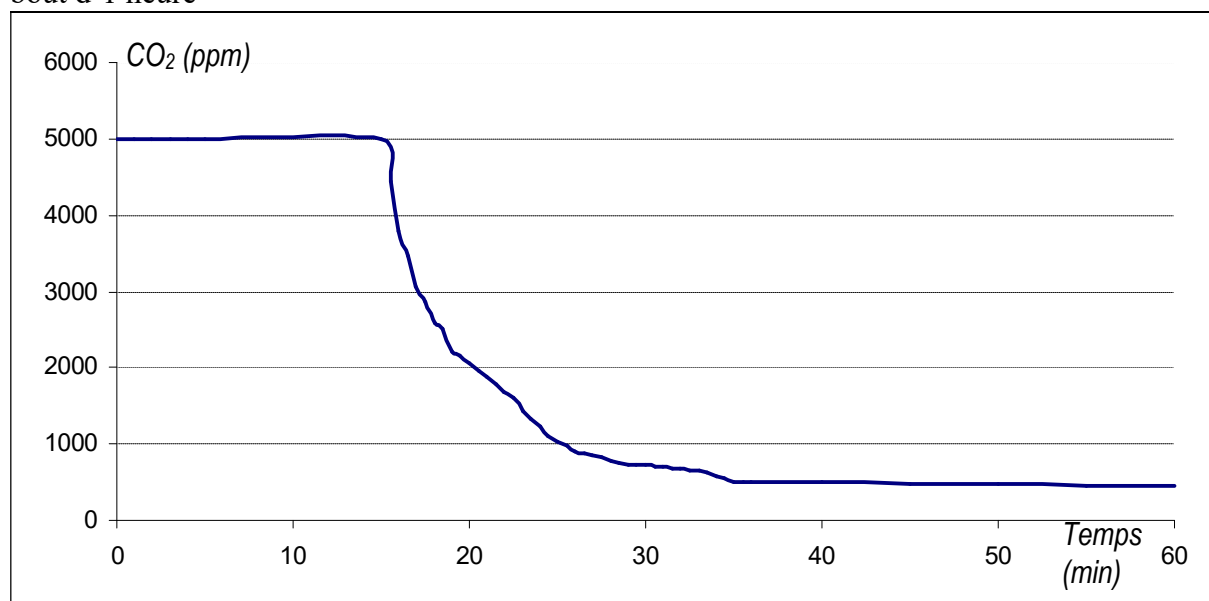


*Au début de l'expérience
Rempli de CO_2 : Capteur saturé*



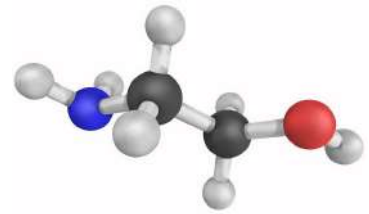
*Après 1/2h : beaucoup de buée
et le % de CO_2 a diminué*

On peut ainsi suivre le taux de CO_2 au cours du temps. Au bout d'1/4 d'heure de la buée apparaît, la chaux sodée vire au violet et surtout le taux de CO_2 revient au taux normal au bout d'1 heure



Toutes ces expériences nous montre bien que l'on peut « capter » le dioxyde de carbone. Cependant, rappelons d'où vient la chaux : de la décomposition des roches calcaires dans les fours à 900°C qui malheureusement produisent du dioxyde de carbone ! N'est-ce pas fabriquer « du sucre à partir de chocolat » ?

Heureusement d'autres méthodes existent mais beaucoup plus complexes par l'emploi de produits chimiques : les amines, molécules avec de l'azote et une fonction alcool. Les industriels utilisent la MEA : monoethanolamine (ci-contre). C'est un produit basique qui va bien réagir avec le dioxyde de carbone qui lui est un acide. Le procédé est complexe pour le récupérer puis pour le régénérer.



b) Le stockage.

Le dioxyde de carbone étant gazeux à pression atmosphérique se doit d'être transporté sous pression dans des bouteilles en acier induisant un coût énergétique non négligeable.

Une méthode pour stocker définitivement le CO₂ est de l'introduire sous Terre dans les roches basaltiques (lave). Le basalte est une roche poreuse qui contient du feldspath avec des atomes de calcium. Le calcium réagit avec le dioxyde de carbone et sous haute pression et haute température (2000m sous Terre) il se produit du carbonate de calcium (calcaire) ; c'est le même type de réaction qui se produit quand on fait réagir du dioxyde de carbone avec de l'eau de chaux. Cependant la vitesse de formation du calcaire est assez lente. Ce type de méthode est employée en Islande car il y a beaucoup de volcans.

C'est ce genre de réaction qui s'est produit à l'échelle géologique pour former toutes nos roches calcaires car au début, l'atmosphère Terrestre était essentiellement constituée de CO₂.

Le CO₂ est aussi « simplement » stocké sous Terre dans des roches perméables en passant sous les couches perméables (en Norvège par exemple)

c) La valorisation.

Dans cette partie nous avons eu l'opportunité de faire une visio-conférence avec Aïcha ELKHAMLICHI qui s'est longtemps occupée à l'ADEME de ces problèmes de revalorisation du CO₂.

Dans le monde à peu près 230 millions de tonnes de CO₂ sont réutilisés ce qui représente à peu près 0,5% : c'est très faible. 80% est utilisé indirectement et 20% directement. On peut les classer en 3 types d'utilisation.

1) Tout d'abord il y a la **valorisation sans transformation**, c'est-à-dire que le dioxyde de carbone est utilisé directement.

Il est employé dans les puits de pétroles : le gaz y est réinjecté et « chasse » le pétrole en prenant sa place.

Dans l'industrie, le dioxyde de carbone est utilisé pour les boissons gazéifiées, pour la neige carbonique des extincteurs ou certains les liquides réfrigérants.

Il trouve également une utilisation directe dans l'industrie pharmaceutique et le traitement des eaux.

2) La **valorisation chimique** est une autre catégorie d'utilisation du CO₂.

De nombreuses molécules utilisent le CO₂ lors de leur synthèse :

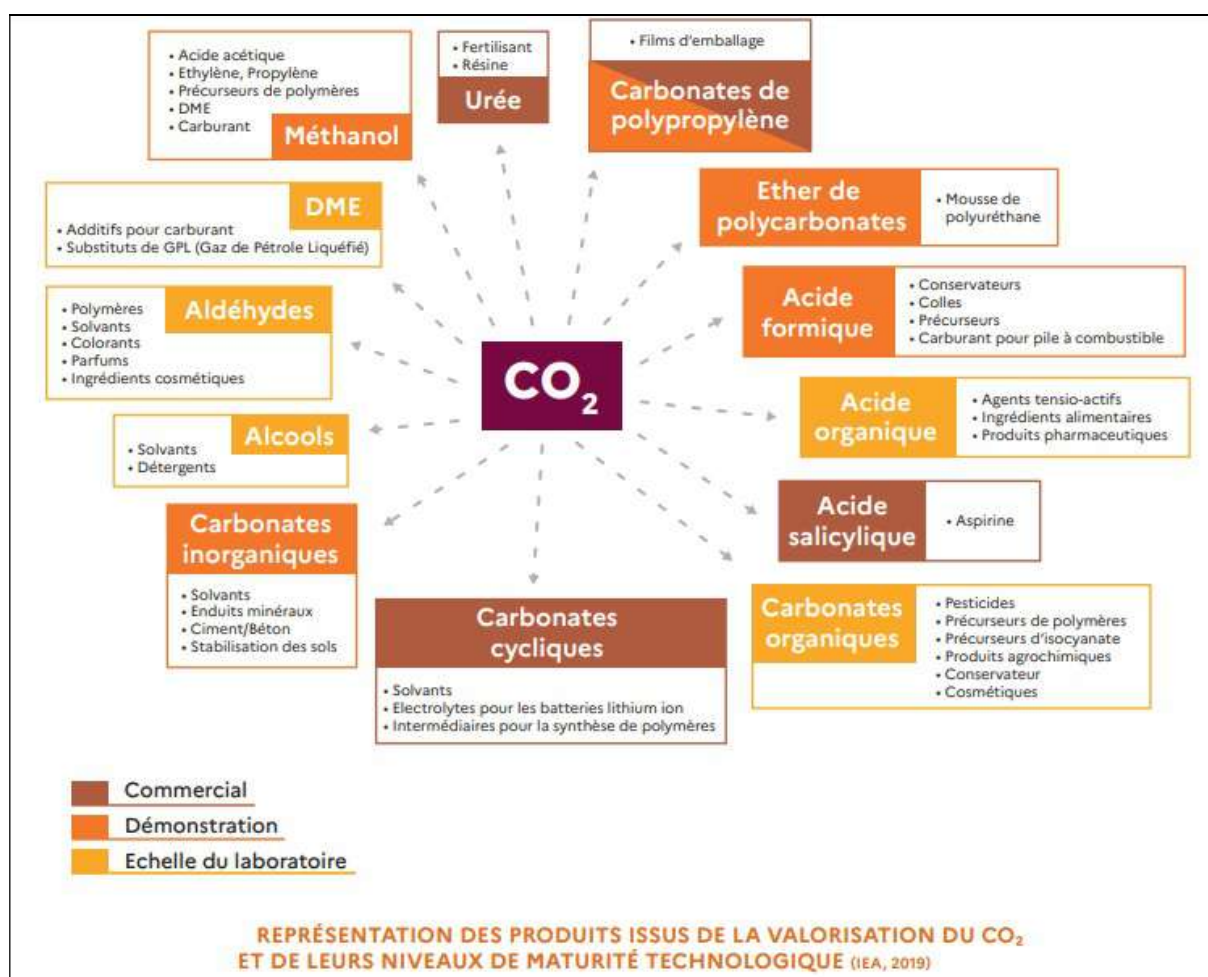
Dans la production de l'urée (une substance très utilisée en agriculture comme engrais azoté).

Pour l'acide salicylique (médicament dont dérive l'aspirine)

Dans le processus de fabrication des polycarbonates qui sont des matières plastiques très performante (verres optiques, CD et DVD, lentilles...), ou celles des polyméthane (mousses, caoutchoucs...)

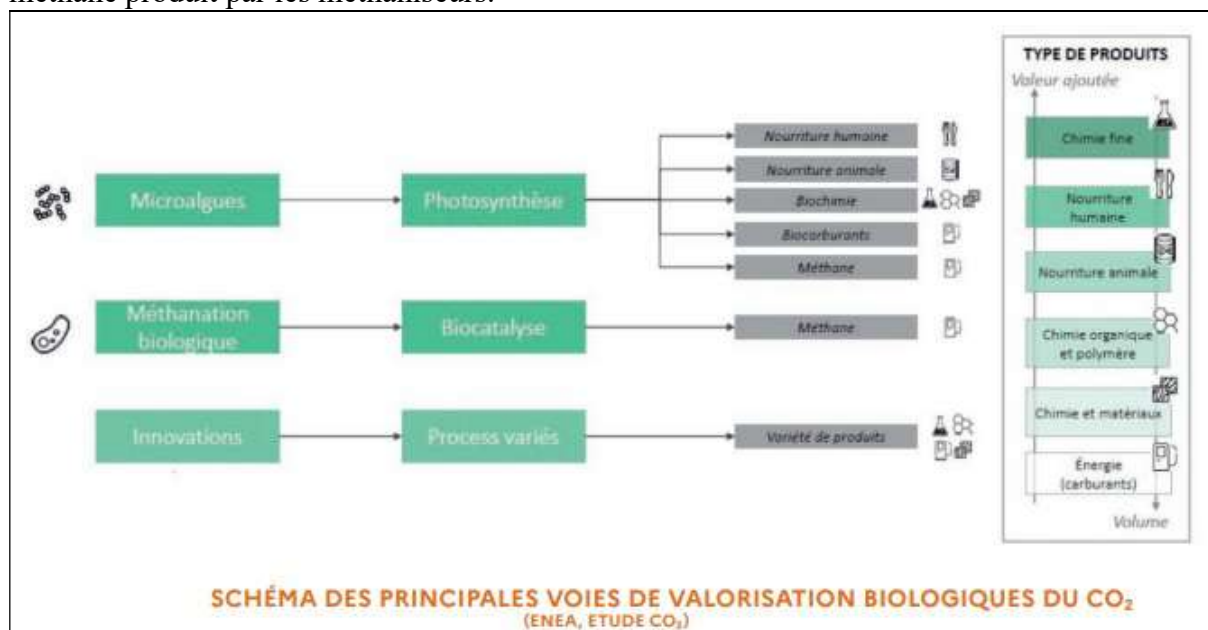
Pour les produits à valeur énergétique comme le méthanol, acide formique ou l'éthanol en bout de chaîne des carburants.

Le document suivant montre un aperçu de toutes les molécules utilisant du dioxyde de carbone.



Types de produits issus de valorisation chimique (rapport ADEME Sept 2021)

3) La **valorisation biologique** qui utilise la photosynthèse au sein d'organismes biologiques, comme les micro-algues dont la croissance nécessite d'importantes quantités de CO₂. C'est le cas aussi de la méthanation qui utilise du CO₂, qui est un rejet en plus du méthane produit par les méthaniseurs.



Valorisation biologique (rapport ADEME Sept 2021)

Toutes ces méthodes sont pour la plupart expérimentales et à l'échelle du laboratoire.

Aïcha EL KHAMLI a sensibilisé les élèves sur le fait que toutes les techniques mises en oeuvre de revalorisation ne doivent pas en contre partie émettre à nouveau du CO₂ notamment lors de l'apport énergétique qui se doit d'être décarboné ! N'oublions pas que chaque objet, matière, substance a une empreinte carbone qui doit être la plus faible possible.

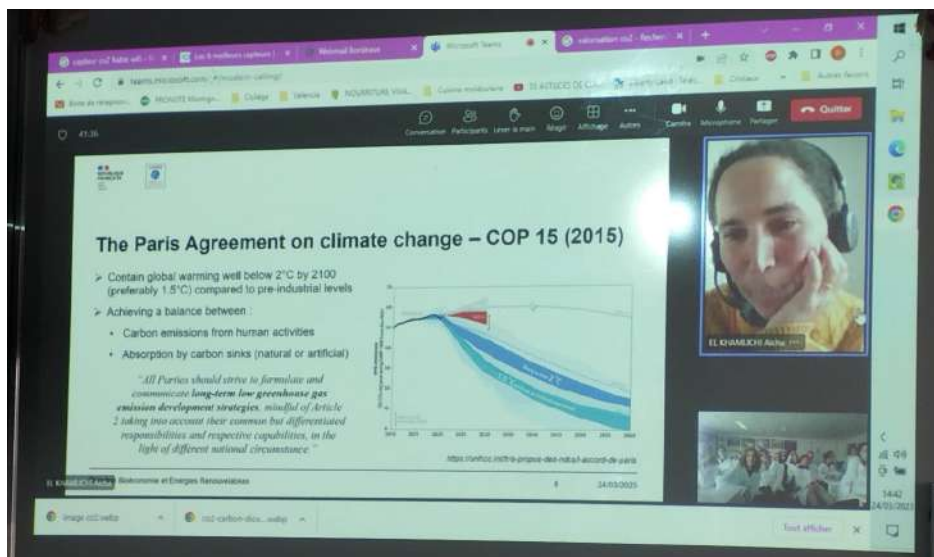
Certaines voies ont de plus été évoquées comme par exemple la récupération du CO₂ directement en sortie du pot d'échappement des véhicules (bateaux et voitures). Certains pays comme le Qatar dont la richesse provient de l'exploitation des combustibles fossiles travaillent sur ces points (il serait fort dommage qu'ils ne puissent plus vendre leur ressources !!!).

Pour conclure il faut bien comprendre que **le meilleur CO₂ est celui que l'on ne produit pas !** C'est sur ce point que la visio-conférence s'est terminée en évoquant le dernier rapport de GIEC assez dramatique et tous les efforts qu'il faudrait encore faire sur les émissions de tous les GES (sans oublier le méthane par exemple provenant des élevages). Quelques projets futurs dramatiques qui ne vont pas dans ce sens ont été cités (projet Willow en Alaska ou sables bitumineux au Canada, sans oublier le recours aux gaz de schistes un peu partout dans le monde)

Malheureusement l'enjeu financier prime par rapport à l'avenir de nos jeunes à leur grand désespoir d'ailleurs.



L'Atelier scientifique en visio avec Aïcha EL KHAMLI sur le thème de la valorisation du CO₂



Un document nous montrant l'évolution des températures (prévisions en 2015 et réalité)

4) Et les arbres ?

Lors de la photosynthèse, les plantes absorbent du dioxyde de carbone et rejettent du dioxygène par l'action de la lumière.

a) Une expérience de photosynthèse.

Pour vérifier ceci nous avons mis en place une série d'expérience qui utilise :

- . un gros bocal de 6L dans lequel nous allons y introduire
- . une plante et
- . un récipient qui contient du rouge de crésol acidifié par du dioxyde de carbone
- . une lampe qui éclaire avec une lumière équivalente à celle émise par le soleil

L'expérience fonctionne 24h. Le rouge de crésol vire au rouge montrant que le taux de CO₂ a diminué et a été absorbé par la plante.

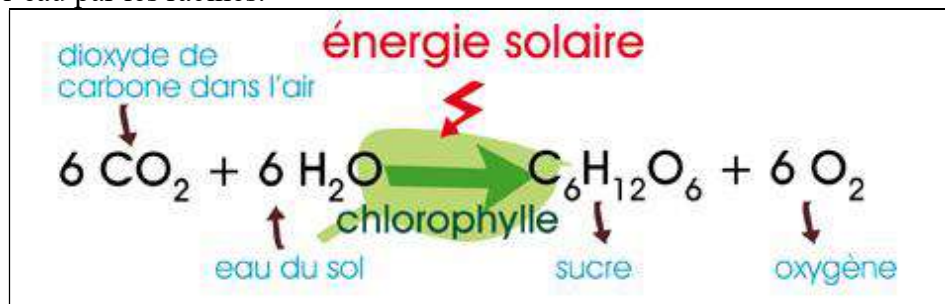


Expérience de photosynthèse



Le résultats final : la plante a absorbée le CO₂.
De la buée apparaît
(évapotranspiration de la plante)

La réaction de photosynthèse est présentée ci-dessous : le dioxyde de carbone est consommé ainsi que l'eau par les racines.



b) Et combien d'arbres ?

Selon la variété de plantes et de l'âge (un arbre ancien consomme moins de CO₂ qu'un jeune, comme pour les humains et les nutriments) le taux de CO₂ consommé est variable. On peut calculer le nombre d'arbres qu'il faudrait planter. Divers sites renseignent sur ces points. Globalement on peut estimer qu'un arbre consomme en une année la quantité de CO₂ émis par un individu de nos sociétés modernes (empreinte carbone élevée) en un jour ! Il faudrait donc à peu près 365 arbres en plus par individu !!!! Pour notre seul pays qui ne produit qu'entre 1 et 2% du CO₂ mondial il faudrait donc 365×70 millions d'arbres ce qui représente 25,55 milliards d'arbres !!!

Si on compte à peu près 1000 arbres par hectare, cela ferait 25,55 millions d'hectare, donc 255500 km², donc la moitié de la superficie de la France ! pour juste les 1 ou 2 % du CO₂ mondial !!!!!

On multiplie par 100 pour avoir la surface mondiale totale à planter : plus de 25 millions de km² !!!! Quand on voit que le seul désert de Sahara fait à peine 9 millions de km². Sans oublier qu'un arbre a besoin aussi d'eau et d'autres nutriments...

Finalement, si la solution semble irréalisable, la plantation et la gestion durable des forêts peuvent conduire à une amélioration mais pas une suppression des rejets de CO₂

Conclusion.

Toute cette étude a permis dans un 1^{er} temps que les élèves vérifient expérimentalement leur acquis sur l'effet de serre et sur les gaz qui l'augmentent.

Ils ont pu ensuite investir une nouvelle voie qui leur était inconnue : celle de la valorisation du CO₂ : en faire un allié (le « je t'aime » du titre) plutôt qu'un ennemi (le « moi non plus »). C'est là que nous nous sommes rendu compte que la tâche si facile à dire est beaucoup plus complexe. Effectivement la plupart des pistes sont expérimentales et seulement 0,5% du CO₂ émis est valorisé à l'heure actuelle.

Il est donc primordial pour nos sociétés modernes du monde entier de mettre en place des politiques de réduction drastique des rejets de gaz à effet de serre, sinon l'humanité toute entière court à la catastrophe par un réchauffement climatique irrémédiable.

Les jeunes générations pensent que la raison et la science viendront à bout de tous ces problèmes. Pour illustrer tout ceci 2 gravures qui ont plus de 200 ans.



La 1^{ère} voiture par Joseph Cugnot (1770)



La 1^{ère} pile par Alexandro Volta (1800)

Pouvait-on imaginer à l'époque que cette 1^{ère} voiture qui ne roulait qu'à 4km/h puisse un jour dépasser des vitesses qu'il faudrait limiter ?

Et que dire des 1^{ères} étincelles créées par la « pile » de Volta : pouvait-on penser à ce moment que l'électricité deviendrait indispensable deux siècles plus tard ?

Cependant grâce à la science et la raison de l'être humain, tout a progressé...

Alors pourquoi n'en serait-il pas de même pour la valorisation du dioxyde de carbone dans quelques décennies ?

A méditer...

lien vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=7le1DEcLYC8>