

# Cycle biogéochimique du carbone - *Atelier*

## Situation initiale - Problématique

Aujourd'hui, les publicités automobiles mettent largement en avant le taux d'émission de CO<sub>2</sub> d'un véhicule... Cette valeur traduit, pour un kilomètre parcouru, la quantité de carbone passant de sa forme de stockage "combustible fossile" à celle de "carbone atmosphérique". C'est une illustration de l'un des transferts possibles d'un réservoir naturel de carbone à un autre.

### PROBLÉMATIQUE

Quels sont les principaux réservoirs et flux de carbone à l'échelle du globe ?

### Durée de l'activité : 1 heure

A l'échelle du globe, il existe quatre grands réservoirs de carbone, l'hydrosphère, la lithosphère, la biosphère et l'atmosphère, en interactions permanentes... Dans cette activité, à partir des expériences à réaliser, des informations fournies et de vos connaissances, vous devrez compléter le schéma du cycle du carbone fourni en y indiquant les différentes formes chimiques du carbone puis en y nommant chacune des flèches symbolisant un transfert de carbone.

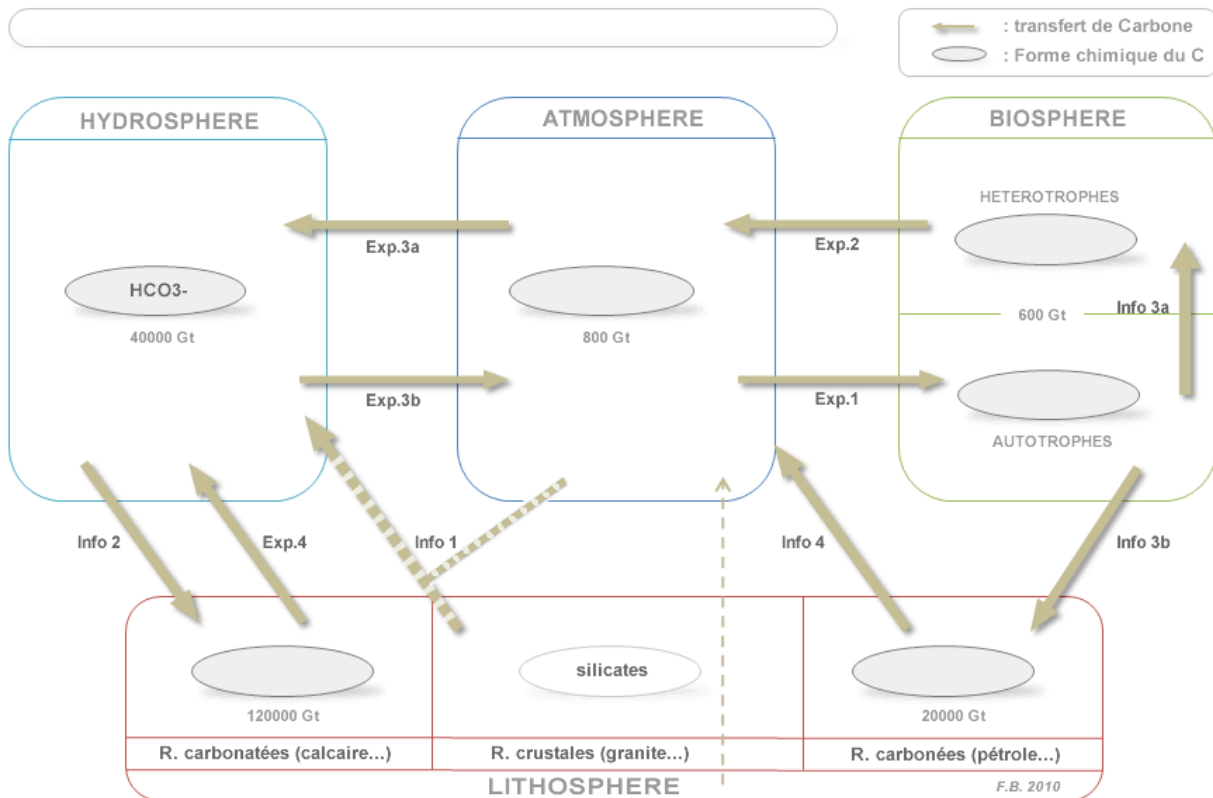
Compétences - Capacités	Domaines
Recenser, extraire et organiser des informations. Manipuler et expérimenter. Comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes. Manifester de l'intérêt pour la vie publique et les grands enjeux de la société. Comprendre la nature complexe des équilibres des flux de carbone.	<input checked="" type="checkbox"/> s' <u>I</u> nformer <input checked="" type="checkbox"/> <u>R</u> éaliser <input checked="" type="checkbox"/> <u>R</u> aisonner <input type="checkbox"/> <u>C</u> ommuniquer <input type="checkbox"/> Être <u>A</u> utonome <input checked="" type="checkbox"/> Être <u>R</u> esponsable

### TRAVAIL

Compléter le document suivant en :

- Indiquant la forme chimique du carbone pour chaque réservoir (et juste)
- Légendant chaque flèche

## DOCUMENT A AFFICHER



### RAPPELS :

- Le rouge de Crésol (RC) vire au jaune lorsqu'il est enrichi en  $\text{CO}_2$  et au violet dans le cas contraire.
- L'eau de chaux se trouble lorsqu'elle est enrichie en  $\text{CO}_2$ .
- L'ébullition provoque un brusque dégazage des eaux.
- Les eaux de pluie ont un pH légèrement acide.

### PRESENTATION DE QUELQUES FORMES DU CARBONE :



**Exp 1** : Un fragment d'être vivant autotrophe (élodée) est placé (à la lumière) durant 48 heures dans un tube à essai fermé contenant du rouge de Crésol. (*Expérience déjà réalisée, lecture directe du résultat*)

**Exp 2** : Un fragment d'être vivant hétérotrophe (champignon) est placé (à la lumière) durant 48 heures dans un tube à essai fermé contenant du rouge de Crésol. (*Expérience déjà réalisée, lecture directe du résultat*)

Les végétaux hétérotrophes sont des végétaux qui utilisent uniquement ou en partie une source de carbone organique pour se développer, contrairement aux végétaux autotrophes, les plus communs, qui utilisent le carbone inorganique et l'eau pour se développer, souvent par le processus de photosynthèse (photoautotrophes).



## Aides à la réalisation

**Aide 1** : On en déduit que les végétaux autotrophes puisent du carbone (sous forme de  $\text{CO}_2$ ) dans le milieu extérieur. Du reste, on sait qu'ils l'utilisent pour produire, par photosynthèse, leur propre matière organique...

On peut donc indiquer MATIÈRE ORGANIQUE comme forme chimique du Carbone au niveau des autotrophes et hétérotrophes, et PHOTOSYNTHÈSE au regard de la flèche "Exp.1".

**Exp 3a** : Ajouter dans un tube à essai contenant de l'eau bouillie laissée 48 heures à l'air libre quelques gouttes d'eau de chaux pour y observer un éventuel précipité.

**Exp 3b** : Ajouter dans un tube à essai contenant de l'eau fraîchement bouillie quelques gouttes d'eau de chaux pour y observer un éventuel précipité.

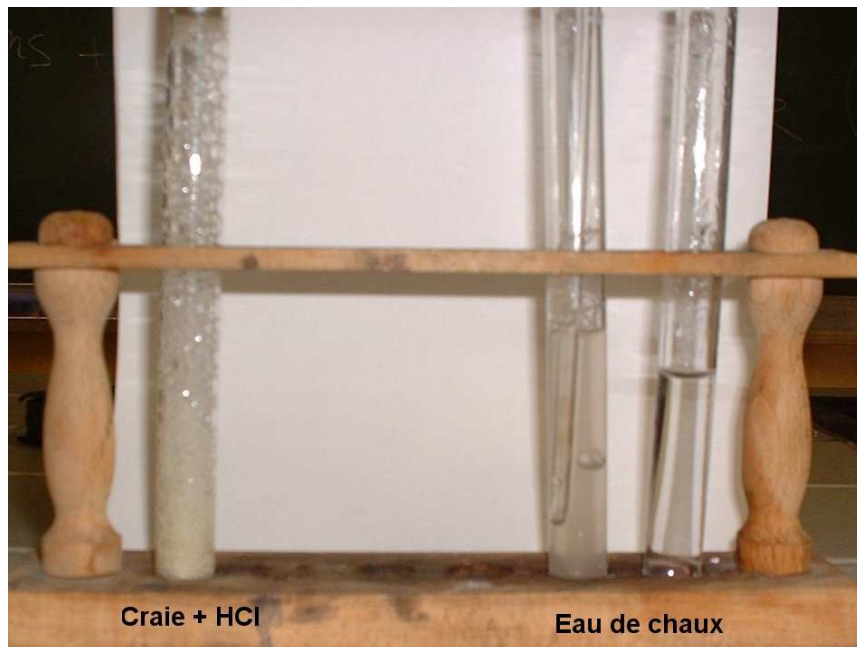
### **Aides à la réalisation**

**Exp 3a** : Pas de précipitation.

**Exp 3b** : Précipitation.

On peut donc indiquer DIOXYDE DE CARBONE comme forme chimique du Carbone au niveau de l'atmosphère, et SOLUBILISATION au regard de la flèche Exp.3a et DEGAGAZAGE au regard de la flèche Exp.3B

**Exp 4** : Mettre dans un premier tube à essai 1 à 2 cm d'eau de chaux puis, dans un second tube, un morceau de craie (calcaire). Déposer quelques gouttes d'acide (HCl) sur la craie et fermer RAPIDEMENT le tube avec le dispositif à dégagement (bouchon + tube fin coudé) en faisant barboter l'extrémité du tube à dégagement dans l'eau de chaux du premier tube à essai. Observer.

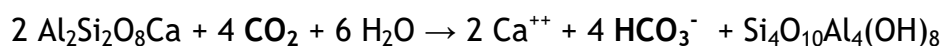


#### Aides à la réalisation

Il y a dissolution du carbonate contenu dans la craie sous forme d'ions  $\text{HCO}_3^-$  puis sous forme de  $\text{CO}_2$

On peut donc indiquer CARBONATES  $\text{CaCO}_3$  comme forme chimique du Carbone au niveau des carbonatés DISSOLUTION au regard de la flèche Exp.4

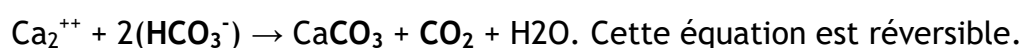
**Info 1** : Les roches silicatées ne sont pas totalement solubles dans l'eau. Elles sont altérées de façon différentielle... L'eau, acide car chargée de CO<sub>2</sub> dissous, attaque les silicates situés dans et sous le sol. Si l'on prend le plus fréquent des silicates de la croûte, le plagioclase, on peut résumer le bilan de son altération de la façon suivante :



(Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>Ca étant le plagioclase (anorthite) et Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>Al<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub> l'argile produite (kaolinite) par altération)

On peut donc indiquer DISSOLUTION au regard de la flèche Info1

**Info 2** : Le carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>), principal constituant des roches calcaires, se forme dans les milieux aquatiques (le plus souvent dans l'eau de mer). Ils résultent de la précipitation d'ions dissous. Cette précipitation suit la réaction :



Cette précipitation est facilitée par les organismes à coquille ou carapace (mollusques, oursins, coraux, algues planctoniques...), par la respiration des êtres vivants et par le brusque dégazage des eaux.

On peut donc indiquer SEDIMENTATION au regard de la flèche Info2

**Info 3a** : Dans un écosystème, les liens qui unissent les espèces sont le plus souvent d'ordre alimentaire. On distingue trois catégories d'organismes :

- les producteurs. Ce sont surtout les végétaux chlorophylliens, capables, grâce à la photosynthèse, de fabriquer de la matière organique à partir de dioxyde de carbone et de lumière solaire. (il existe aussi d'autres organismes autotrophes, certains étant à la base de chaînes alimentaires totalement indépendantes de l'énergie solaire.)

- les consommateurs (animaux). Il existe trois types de consommateurs :

- les consommateurs primaires (herbivores)
- les consommateurs secondaires, qui se nourrissent des précédents (carnivores primaires)
- les consommateurs tertiaires, qui se nourrissent des carnivores primaires (carnivores secondaires)

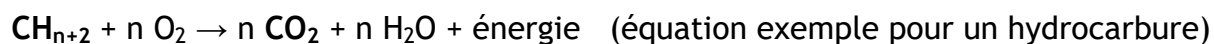
- les décomposeurs (bactéries, champignons) qui dégradent les matières organiques par respiration et fermentations de toutes les catégories et restituent au milieu les éléments minéraux.

On peut donc indiquer COSNOMMATION au regard de la flèche Info3a

**Info 3b** : La formation des combustibles fossiles (charbon, hydrocarbures et gaz) est une conséquence naturelle, à très long terme, de la sédimentation dès lors que les sédiments de départ sont assez riches en matière organique. Cette sédimentation produit un corps particulier : le kérogène, capable lui-même de produire, avec le temps, charbon ou pétrole et/ou gaz suivant les différentes conditions environnementales. (Bien qu'il ne soit présent qu'en faibles proportions dans les sédiments en règle générale, le kérogène représente, à l'échelle de la planète, une masse totale de  $10^7$  Gt. Seulement 0,1 % de ce kérogène se transforme en charbon ou pétrole et/ou gaz.)

On peut donc indiquer FOSSILISATION au regard de la flèche Info3b et COMBUSTIBLES FOSSILES comme forme chimique du Carbone au niveau des carbonatés.

**Info 4** : Un combustible est une matière qui, en présence d'oxygène et d'énergie, peut se combiner à l'oxygène (qui sert de comburant) dans une réaction chimique générant de la chaleur : la combustion.



La plupart des matériaux d'origine organique sont des combustibles. Par exemple, le bois (20 000 kilojoules par kilo), le charbon, le pétrole (42000 kilojoules par kilo pour l'essence) sont des combustibles. On distingue :

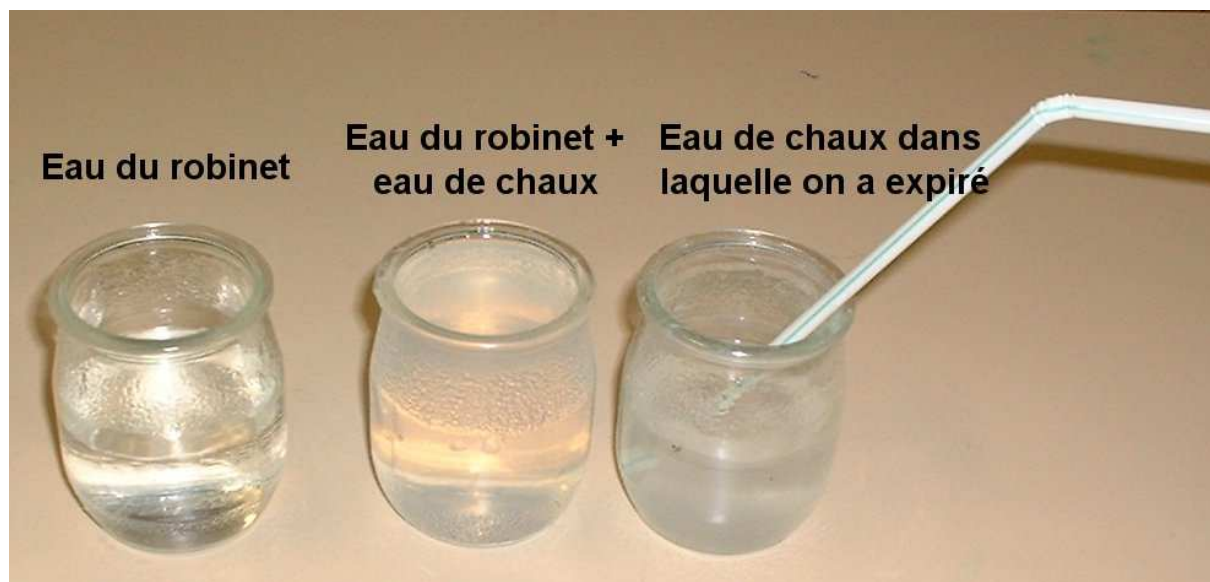
- les combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz...), issus de matières organiques préhistoriques fossilisées. Leur combustion rejette dans l'atmosphère du dioxyde de carbone qui provient de la combinaison d'atomes de carbone issus du sous-sol et d'oxygène atmosphérique. Ces rejets de  $\text{CO}_2$  participent à l'effet de serre et aux changements climatiques actuels.
- les biocombustibles (biocarburants liquides, copeaux ou granulés de bois, céréales et autres aspects de la biomasse), issus de plantes vivantes. Leur combustion présente un bilan  $\text{CO}_2$  beaucoup plus faible (pour autant qu'on replante ce qui a été coupé) puisqu'elle rejette le  $\text{CO}_2$  atmosphérique qu'ils ont accumulé au cours de leur croissance par photosynthèse... C'est donc une énergie renouvelable. (Mais pas non-polluante)

On peut donc indiquer COMBUSTION au regard de la flèche Info4

## Évaluation

Vous avez mené à bien la tâche demandée si :

- La forme chimique du carbone est indiquée pour chaque réservoir (et juste)
- Chaque flèche est correctement légendée
- votre schéma comporte un titre en rapport avec la problématique (et le document)



## Prolongation possible

Proposer la réalisation d'un cycle court du carbone :

1. Synthétiser au laboratoire un biodiesel à partir de colza : quelques semaines de culture et 15 minutes de préparation du biodiesel.
2. Utiliser directement ce biodiesel dans un tracteur : quelques minutes d'utilisation



