

LES VÉGÉTAUX : PRODUCTEURS D'O₂ ET CONSOMMATEURS DE CO₂



collège, lycée



1h10 + 6h à 24h d'attente



INTRODUCTION

La vie s'est tout d'abord développée dans l'Océan. Les propriétés de dissolution des gaz dans l'eau ont permis aux organismes marins, animaux et végétaux, d'accéder au dioxygène dissous (O₂, appelé communément oxygène) et au dioxyde de carbone dissous (CO₂) nécessaires à leur survie et leur développement.

Les végétaux aquatiques macroscopiques et microscopiques (algues, plantes aquatiques, phytoplancton) jouent un rôle primordial dans l'Océan et pour la planète. À la base du réseau alimentaire, ils servent de nourriture aux animaux marins, produisent plus de 50 % de l'oxygène atmosphérique, et contribuent au rôle de « puits de carbone » de l'Océan.

Comment les végétaux aquatiques interviennent-ils dans les échanges gazeux océaniques ? Quel composant permet aux végétaux de jouer ce rôle ?

OBJECTIFS

- ⇒ Mettre en évidence la production de dioxygène (O₂) par les plantes aquatiques en présence de lumière
- ⇒ Mettre en évidence la consommation de dioxyde de carbone (CO₂) par les plantes aquatiques en présence de lumière
- ⇒ Mettre en évidence la présence de chlorophylle dans les végétaux
- ⇒ Découvrir les échanges gazeux au sein de l'Océan, indispensables au fonctionnement de notre planète

MATÉRIEL

ÉTAPE 1

- eau
- 1 paquet de bicarbonate de sodium
- 1 balance
- 2 plantes aquatiques identiques, de même espèce et de même taille (exemple : élodée du Canada)
- 2 grands bocaux identiques
- 1 lampe
- 2 entonnoirs en verre
- 2 tubes à essai gradués
- 1 paquet de grosses allumettes (ou des mèches en carton)
- 1 bouteille d'eau de chaux (à commander en pharmacie)

ÉTAPE 2

- feuilles d'élodée du Canada, feuilles d'épinards, algues vertes...
- 1 bouteille d'alcool à brûler ou d'alcool à 90°C
- 1 filtre à café
- 3 à 4 verres transparents
- 1 assiette
- 1 spatule en bois
- 1 cuillère à café
- 1 crayon à papier
- 1 règle graduée
- 1 paire de ciseaux

PROTOCOLE

ÉTAPE 1 La photosynthèse (40 min + 6 h à 24 h d'attente)

Préparation (10 min)

- Pour fabriquer une solution d'hydrogénocarbonate de sodium de concentration de 0,1 mol/L (eau saturée en CO₂), dissoudre 84 grammes de bicarbonate de sodium (NaHCO₃) de pureté 100 % dans 1 litre d'eau.
https://www.periodni.com/fr/preparation_des_solutions.php?scq=NaHCO3
- Pour confirmer que la solution d'hydrogénocarbonate de sodium contient bien du CO₂, verser un peu de solution d'hydrogénocarbonate de sodium dans un bocal et y ajouter de l'eau de chaux. Cette dernière précipite, confirmant la présence de CO₂ dissous.

A/ Mise en évidence de la production d'un gaz et de l'absorption de CO₂

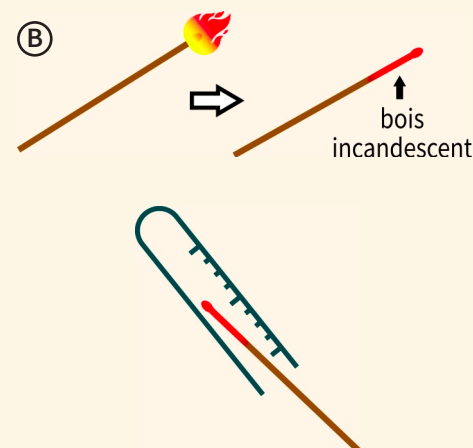
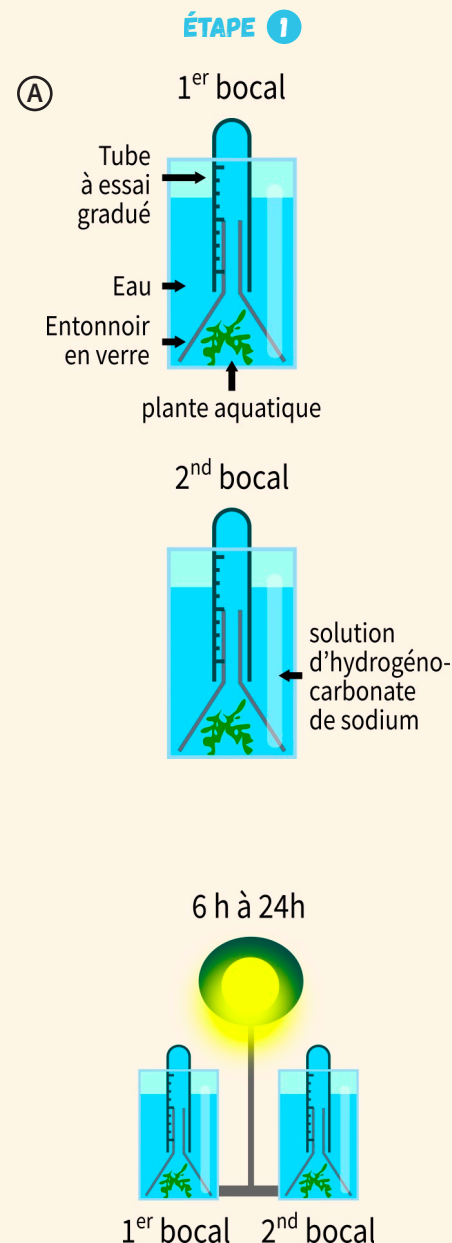
(mise en place du protocole : 20 min ; attente de 6 h à 24 h, selon l'intensité de la source lumineuse)

- Remplir un 1^{er} bocal d'eau du robinet à température ambiante.
- Déposer au fond du bocal une plante aquatique (exemple : élodée du Canada) recouverte par un entonnoir en verre et un tube à essai gradué rempli d'eau.
- Remplir le 2nd bocal de solution d'hydrogénocarbonate de sodium (eau enrichie en CO₂), à température ambiante et en même quantité que l'eau du robinet du 1^{er} bocal.
- Déposer au fond du bocal une plante aquatique identique (même espèce, même taille) recouverte par un entonnoir en verre et un tube à essai gradué rempli de solution d'hydrogénocarbonate de sodium.
- Placer les deux dispositifs à même distance d'une source lumineuse pendant au moins 6 heures.
- Que remarque-t-on ? Quelle différence entre les deux dispositifs ? Pourquoi ? Quelle est la nature du gaz produit ?

B/ Identification de la nature du gaz produit (suite à l'étape A) (10 min)

Préalable : la présence de dioxygène (O₂) est indispensable à la combustion.

- Enflammer pendant quelques secondes puis éteindre une grosse allumette, **pour obtenir quelques centimètres de bois incandescent (rouges)**.
(Attention, il est indispensable qu'une partie de l'allumette soit incandescente (rouge) pour que l'expérience fonctionne. Il est donc recommandé de s'entraîner à brûler plusieurs allumettes pour obtenir une incandescence sur un ou deux centimètres. Il est aussi possible de réaliser l'expérience en fabriquant une mèche en carton que l'on enflamme.)
- Retirer le tube à essai du 1^{er} bocal et maintenir son ouverture dirigée vers le bas.
- Plonger l'extrémité incandescente de l'allumette dans le tube à essai contenant le gaz récolté par l'expérience. **Qu'observe-t-on ?**
- Recommencer le même protocole avec le tube à essai du 2nd bocal.



ÉTAPE 2 La chlorophylle (30 min)

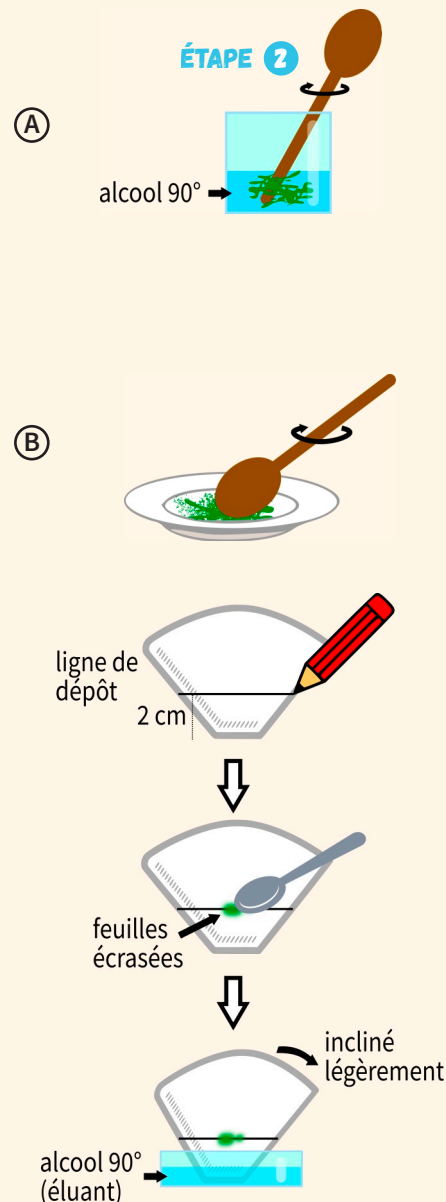
A/ Extraction de la chlorophylle (10 min)

- Plonger les différentes algues ou feuilles de végétaux (feuilles d'élodée du Canada, feuilles d'épinards...) dans différents verres contenant de l'alcool à 90° et remuer. **Que remarque-t-on ?**

B/ Chromatographie de la chlorophylle (20 min)

Préalable : la chromatographie est une technique physico-chimique qui permet de séparer différentes substances présentes dans un mélange.

- Cisailler puis écraser des feuilles de plantes aquatiques ou d'épinards dans une assiette à l'aide d'une spatule en bois.
- Tracer au crayon à papier une ligne horizontale sur le bas d'un filtre à café, à 2 cm du bas du filtre. **C'est la ligne de dépôt.**
- Déposer une boule de feuilles écrasées de la taille d'une demi-cuillère à café sur la ligne de dépôt afin d'obtenir une tâche ou une ligne horizontale de couleur verte.
- Verser dans un verre 1,5 cm d'alcool à brûler ou d'alcool à 90°. Attention aux vapeurs ! **Ce liquide est appelé éluant :** il permet de séparer les substances étudiées.
- Commencer la chromatographie : plonger et maintenir la base du filtre à café dans l'alcool (éluant) en l'inclinant légèrement pour ne pas faire tomber le dépôt de feuilles écrasées. Attention à ne pas plonger le filtre trop profondément : la ligne de dépôt contenant les feuilles écrasées ne doit pas tremper dans le liquide, sinon le dépôt ne migrera pas.
- Stopper l'expérience lorsque l'éluant arrive à environ 1 cm du bord supérieur du filtre à café (la migration dure environ 15 minutes). Retirer le filtre de l'éluant, noter au crayon jusqu'où est monté l'éluant et sécher le filtre. **Qu'observe-t-on ?**

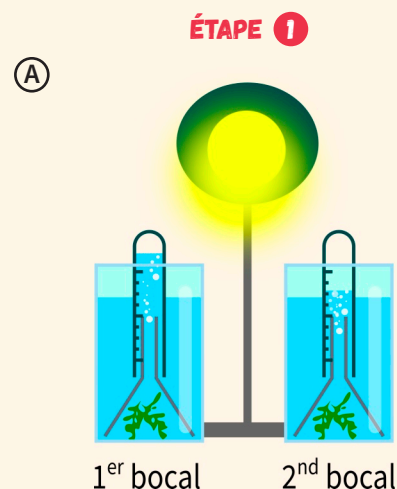


EXPLICATIONS

ÉTAPE 1 La photosynthèse

A/ On remarque :

- des dégagements gazeux par les plantes aquatiques dans les deux tubes à essai ;
- un dégagement gazeux plus important dans le dispositif contenant la solution d'hydrogénocarbonate de sodium (l'eau enrichie en CO₂). Ainsi, en présence d'une plus forte concentration de dioxyde de carbone (CO₂), la plante produit plus de gaz. Cela signifie qu'elle consomme le dioxyde de carbone dissous dans l'eau pour produire du gaz.



B/ L'allumette (ou la mèche de carton) incandescente se rallume instantanément, puis s'éteint aussitôt, dans chacun des tubes à essai. Le gaz produit est donc du dioxygène (O₂) dans les deux situations.

Ainsi, en présence de lumière, les algues (mais plus généralement les végétaux terrestres et aquatiques, dont le phytoplancton) consomment du dioxyde de carbone (CO₂) et produisent du dioxygène (O₂).

Ce phénomène s'appelle la **photosynthèse** : les végétaux convertissent le dioxyde de carbone (CO₂) en dioxygène (O₂) et fabriquent de la matière organique, en présence d'eau et de lumière. Ce processus a lieu principalement dans les feuilles, grâce à un composé capable d'utiliser l'énergie lumineuse pour produire de la matière organique et du dioxygène par des réactions chimiques. Sans lumière, le végétal ne produit plus ni dioxygène ni matière organique. **Peut-on extraire ce composé des feuilles des plantes ?**

ÉTAPE 2 La chlorophylle

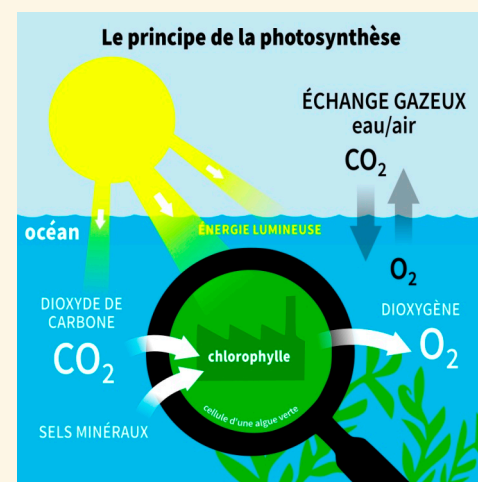
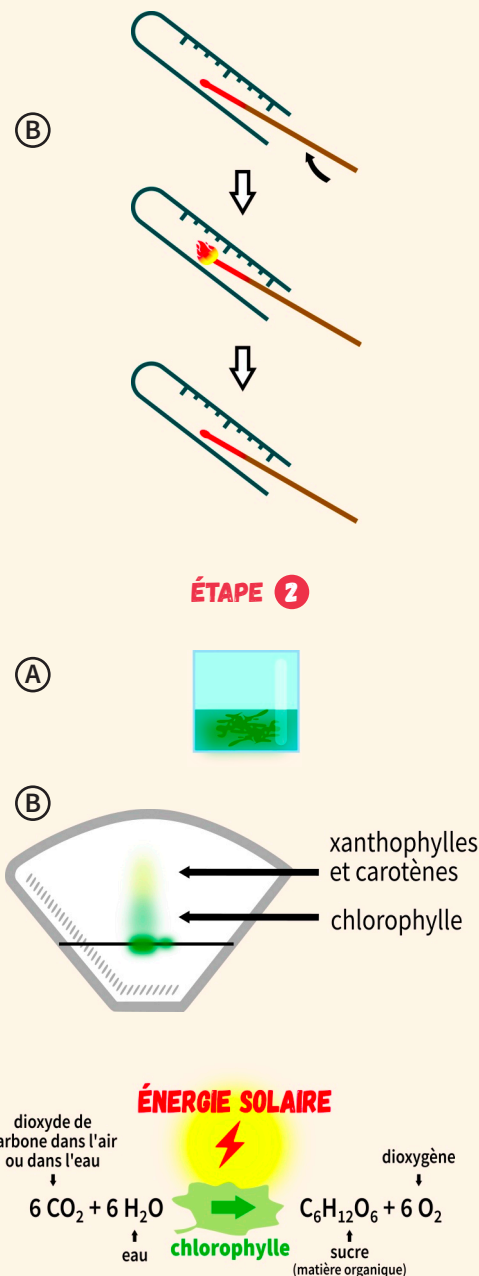
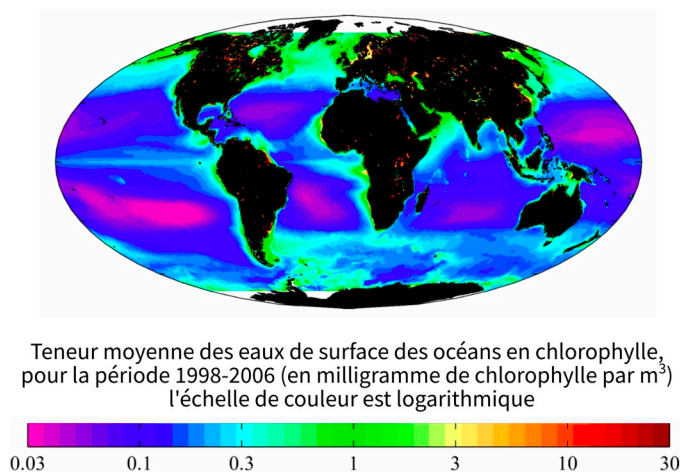
A/ Les parois des cellules des feuilles se cassent. Un composé vert se dégage alors de la plante et se retrouve dans l'alcool : il s'agit d'un **pigment vert**, appelé **chlorophylle**, qui permet la photosynthèse.

B/ On observe que deux phases deviennent visibles, une verte et une jaune :

- la phase de couleur verte, située le plus en bas, correspond à la chlorophylle, pigment vert contenu majoritairement dans la feuille ;
- la phase de couleur jaune, située le plus en haut, correspond aux xanthophylles et aux carotènes, qui sont des pigments jaunes/orangés contenus également dans les feuilles des plantes.

La chlorophylle est le pigment présent chez tous les végétaux qui donne sa couleur verte aux plantes. Ce pigment est à l'origine du processus de la **photosynthèse** car il permet aux végétaux d'utiliser la lumière du soleil (énergie lumineuse) pour déclencher les réactions chimiques qui permettent à la plante de transformer le dioxyde de carbone (CO₂) présent dans son environnement, en matière organique (sucres) et en dioxygène (O₂) qu'elle rejette dans l'air.

En océanographie, mesurer la quantité de chlorophylle à un endroit donné nous renseigne sur la quantité de phytoplancton présente à cet endroit. La quantité de chlorophylle dans les océans varie entre 0,01 mg/m³ (déserts marins) à 15 mg/m³ (zone très riche en phytoplancton).



EN SAVOIR PLUS

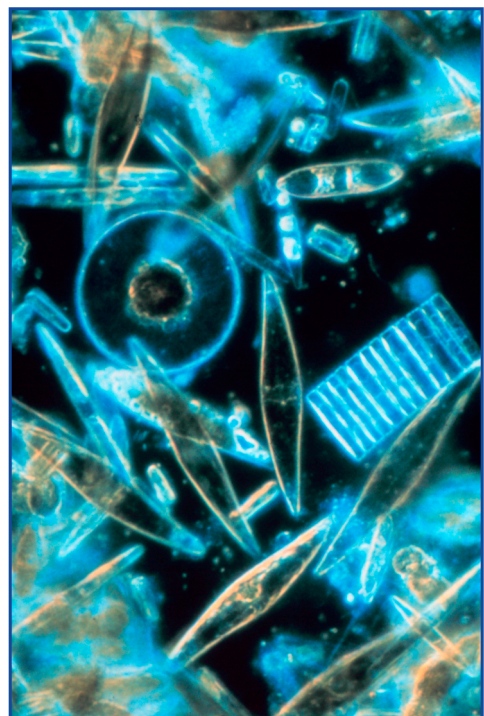
C'est grâce à l'activité photosynthétique des végétaux (aquatiques et terrestres) que l'atmosphère de la Terre s'est peu à peu enrichie en dioxygène (O₂), devenant ainsi viable.

Les végétaux aquatiques (les algues, les plantes aquatiques, principalement le phytoplancton) produisent globalement plus de dioxygène (O₂) que les forêts terrestres. Ainsi, l'Océan est le siège de l'activité photosynthétique la plus importante sur notre planète : il fournit plus de 50 % de l'oxygène contenu dans l'atmosphère, accumulé depuis des millions d'années, et que nous respirons aujourd'hui.

De plus, l'Océan permet l'absorption du dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère selon deux processus :

- le premier, majoritaire, est la dissolution du gaz dans l'Océan : c'est un processus physico-chimique d'absorption du CO₂ atmosphérique ;
- le deuxième est la photosynthèse : c'est un procédé biologique d'absorption du CO₂ atmosphérique, préalablement dissous dans l'eau. Grâce à la photosynthèse, les végétaux aquatiques stockent le CO₂ sous forme de matière organique. En mourant, ils tombent sur les fonds marins où ils sédimentent, séquestrant le dioxyde de carbone qui sera avec le temps transformé en sédiments, en pétrole ou en gaz. On parle alors de « puits de carbone ».

Dans un contexte de changements climatiques et d'accumulation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère du fait des activités humaines, le phytoplancton, les algues et les plantes aquatiques jouent ainsi un rôle essentiel, en captant le dioxyde de carbone et en atténuant en partie sa concentration dans l'atmosphère.



Diatomées au microscope

ALLER PLUS LOIN

- The SeaCleaners. Livret Fête de la Science 2022 « Océan et climat - cinq experts hors pair enquêtent sur l'impact du plastique ». <https://www.theseacleaners.org/fr/espace-enseignants/nos-ressources/fete-de-la-science/>
- Planet Vie. Expériences sur la photosynthèse. <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/manipulations-en-svt/experiences-sur-la-photosynthese>
- Wikidébrouillard. La plante qui respire. https://www.wikidebrouillard.org/wiki/La_plante_qui_respire
- Wikidébrouillard. Chromatographie d'une feuille d'arbre. https://www.wikidebrouillard.org/wiki/Chromatographie_d%27une_feuille_d%27arbre
- Medites, Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-Mer. Les sciences en 21 expériences. http://www.monoceanetmoi.com/resources/book/sciences_21_experiences
- TPE. La photosynthèse naturelle. <https://sites.google.com/site/tpefeuilleartificielle2015/la-photosynthese-vue-selon-deux-aspects/la-photosynthese-naturelle>

**KIT PÉDAGOGIQUE
THE SEACLEANERS**

<https://www.theseacleaners.org/fr/espace-enseignants/>