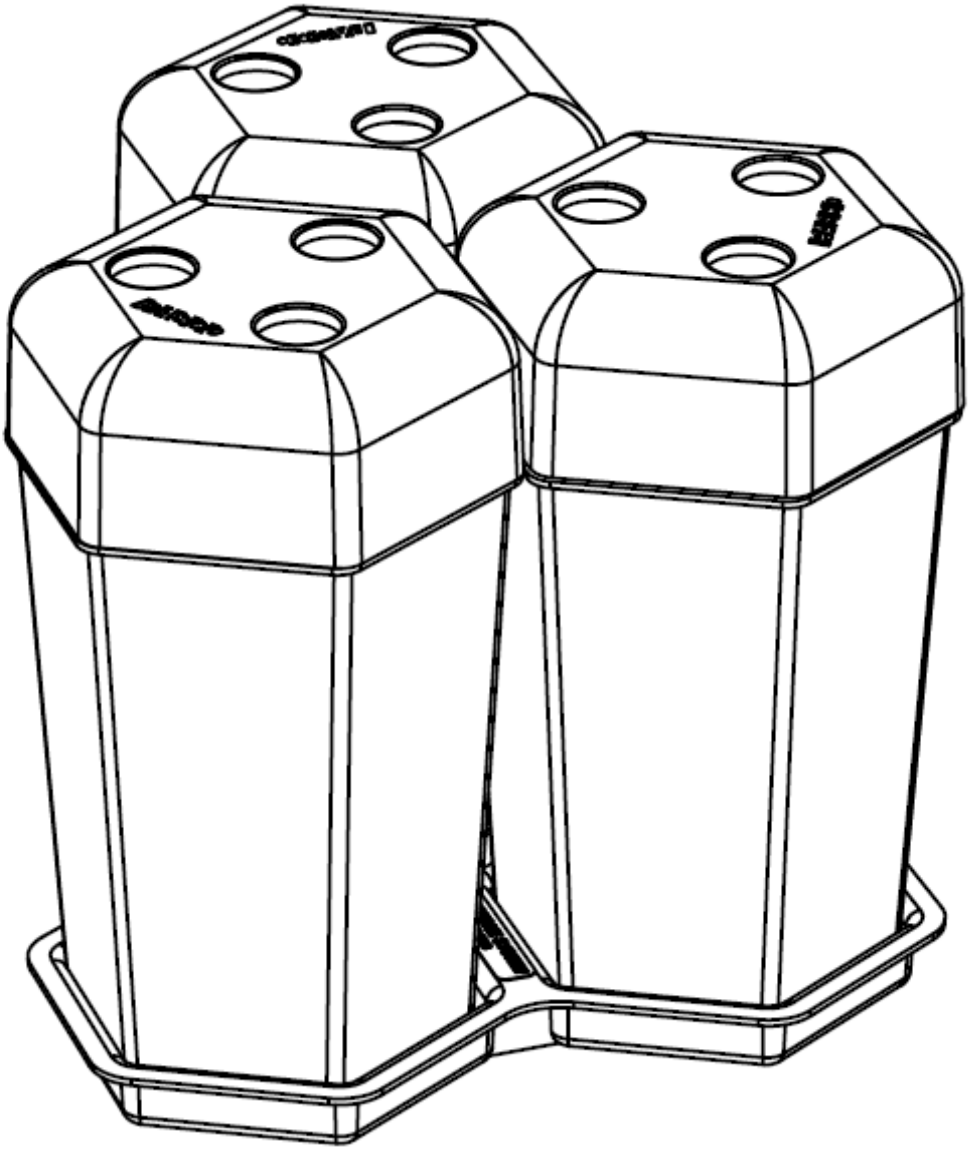
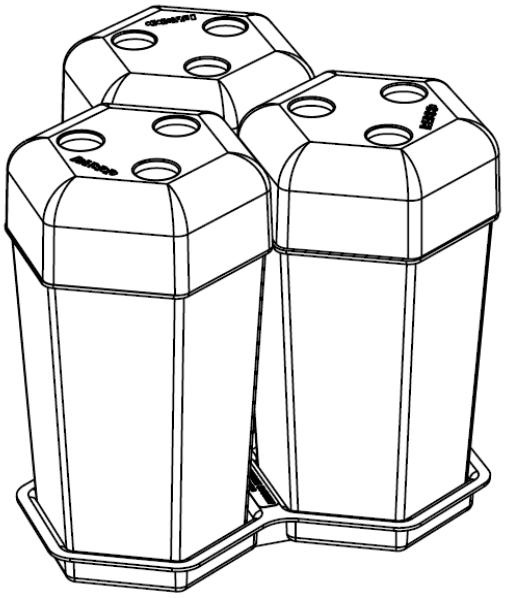
Modèle d’écosystème

Référence ME-6668



Composition



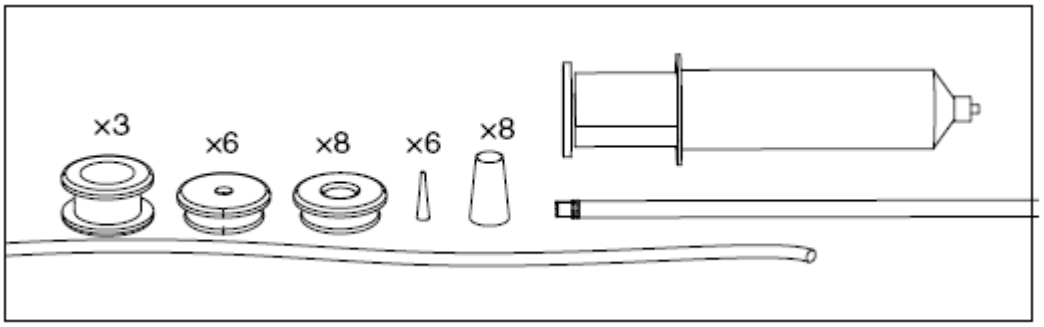
- 3 enceintes hexagonales

- 1 base pour assembler les enceintes

- Un assortiment de 28 bouchons pour boucher les orifices non utilisés

- Une cordelette en coton à découper permettant le passage de l'humidité entre les chambres

- Une seringue avec tube en plastique pour réaliser des prélèvements, des injections etc..



Équipement conseillé

• Interface ExAO PASCO
• Capteur qualité de l'eau (PS-2169)
• Capteur dioxygène (PS-2108)
• Capteur dioxyde de carbone (PS-2110)
• Capteur température (PS-2125)
• Capteur météo (PS-2154)
• Capteur turbidité (PS-2122)
• Capteur colorimètre qualité de l'eau (PS-2179)
et ampoules test :
• Fer (EZ-2331)
• Sulfate (EZ-2332)
• Nitrate (EZ-2333)
• Ammonium (EZ-2334)
• Fluor (EZ-2336)
• Phosphate (EZ-2337)
• Chlore (EZ-2339)

Introduction

Le modèle d'écosystème a été développé pour aider les étudiants à modéliser et comprendre les interactions complexes qui existent au sein des écosystèmes et entre les écosystèmes.
Composé de 3 enceintes en plastique transparent, il facilite les observations et permet l'utilisation en toute simplicité des capteurs de la gamme PASCO afin de réaliser les mesures qualitatives et quantitatives.

Les enceintes peuvent être utilisées pour étudier les interactions entre trois écosystèmes (terrestre, aquatique et milieu en décomposition) mais elles peuvent également être désolidarisées pour réaliser des expériences diverses et variées (photosynthèse aérienne, effet de serre…)

Le design unique de notre modèle lui permet de rester hermétique ce qui optimise les résultats et minimise l'impact des mesures sur le système.

Une seringue est prévue pour réaliser des prélèvements et effectuer des tests chimiques. Cette seringue permet également de réaliser des injections (eau fraîche, polluants…)

Montage et conditions pour les expériences

Avant de réaliser le montage, il faut absolument prendre en considération un certain nombre de facteurs qui dépendent principalement de l'écosystème qui sera construit et des études à réaliser.

Chaque enceinte possède trois orifices permettant l'introduction de capteurs.

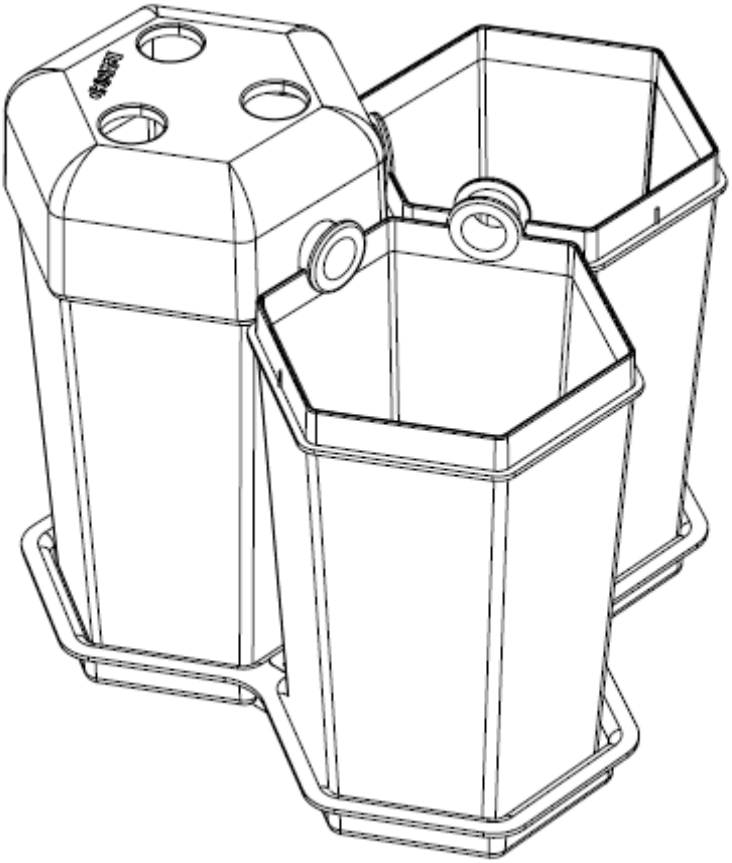
La cordelette en coton permet le passage de l'eau entre la chambre aquatique et les autres chambres. Le coton a été choisi car il permet un transport efficace de l'eau entre les chambres cependant, il aura tendance à se décomposer après quelques semaines et devra être renouvelé.

La taille de la cordelette doit être adaptée au montage. Par exemple, pour assurer l'humidification d'une plante placée dans une des chambres, il est conseillé d'enrouler la cordelette sous la plante et autour de la plante.

IMPORTANT : Lorsque l'écosystème doit être déplacé, il est fortement conseillé de le saisir par le plateau afin d'éviter qu'il ne se désolidarise.

1) Placer les trois chambres dans le plateau

2) Connecter les trois chambres à l'aide des joints en caoutchouc comme sur le schéma ci-dessous.



3) Remplir les trois chambres selon les conditions de l'expérience.

4) Sélectionner les interfaces et capteurs adaptés à l'expérience.

5) Insérer des bouchons à trous dans les orifices des chambres.

6) Boucher les trous non utilisés.

7) Insérer les capteurs dans les chambres.

8) Connecter les capteurs à l'interface et éventuellement l'interface à l'ordinateur.

Pour tout renseignement complémentaire, n'hésitez pas à contacter notre service technique :

SORDALAB
Tél : 01.69.92.26.72 *Fax : 01.69.92.26.74*
Web : www.sordalab.com *Mail : sordalab@wanadoo.fr*

Modélisation d'un écosystème

Objectifs

Modéliser grâce à un système d'enceintes interconnectées un écosystème.

Le modèle constitue un système fermé qui permet de maintenir un écosystème stable au sein duquel les élèves vont :

- Étudier l'interdépendance des structures abiotiques et biotiques dans les écosystèmes
- Apprendre à utiliser ce système fermé pour changer une variable à la fois, contrôler d'autres variables et suivre simultanément plusieurs paramètres à la fois

Temps nécessaire

• Temps de préparation	60 minutes
• Discussion préalable à l'activité	60 minutes
• Activité de laboratoire	plusieurs jours à plusieurs semaines

Matériel nécessaire

Pour chaque élève ou groupe d'élèves :

Matériel indispensable [1]

• Interface
• Modèle Écosystème (ME-6668)

Capteurs [2]

• Capteur de dioxygène (PS-2108 ou PS-2126)
• Capteur de température
• Une source lumineuse très puissante (si possible lumière froide)
• Capteur de pH (PS-2102)
• Capteur CO2 air (PS-2110)
• Capteur Conductimètre (PS-2116)
• Capteur Luxmètre (PS-2106)
• Capteur Qualité de l'eau (remplace O2, pH, Température, Conductimètre) (PS-2169)
• Capteur Météo (PS-2154 ou PS-2174)
• Câbles d'extension pour les capteurs
• Colorimètre qualité de l'eau (PS-2179) et ampoules tests nitrate, ammonium (EZ-2333 et EZ-2334)
• Turbidimètre (PS-2122)

Autre [3]

• Plantez des graines ou utilisez des jeunes plants ou de la mousse
• Eau déminéralisée ou distillée
• Compost ou terre ou litière
• Source de pollution [4]

[1] Le type d'interface dépend du choix de l'expérience et du nombre de capteurs à connecter

[2] Ceci est un échantillon des capteurs utilisables pour cette activité, tous ne sont pas nécessaires

[3] Voir la section « Préparation » pour des suggestions des organismes vivants pouvant être utilisés

[4] Voir la section « Préparation » pour plus d'informations sur la façon de créer des sources de pollution en utilisant des engrais, HCl (ou de vinaigre blanc) ou des détergents.

Concepts pré requis avant d'expérimenter

Les étudiants doivent être familiers avec les concepts suivants :

• Lors de la photosynthèse, du dioxyde de carbone est consommé et du dioxygène est libéré. La photosynthèse nécessite de l'énergie lumineuse, généralement issue du soleil.

• Au cours de la respiration cellulaire, du dioxygène est consommé et du dioxyde de carbone est libéré. La respiration cellulaire se produit en permanence dans les cellules vivantes (dont celles des plantes).

• Les êtres humains font partie des écosystèmes Terrestres. L'activité Humaine peut modifier l'équilibre des écosystèmes.

Utilisation du système ExAO

Au cours de cette expérience, les élèves vont mettre en pratique les techniques suivantes. Les instructions ne sont pas détaillées dans ce document, elles se trouvent sur les notices des interfaces et capteurs correspondants :

• Démarrage d'une nouvelle expérience sur l'interface et le logiciel
• Connexion d'un capteur sur l'interface
• Connexion de capteurs multi paramètres sur l'interface
• Étalonnage d'un capteur CO_2
• Étalonnage d'un capteur O_2
• Étalonnage d'un capteur pH
• Étalonnage d'un capteur de turbidité
• Régler un capteur de conductivité pour une utilisation sur une plage de mesures particulière
• Modification de la fréquence d'échantillonnage
• Démarrer un enregistrement des données
• Arrêter un enregistrement des données
• Afficher des données dans un graphique
• Ajuster l'échelle d'un graphique
• Afficher plusieurs courbes
• Sélectionner des points de données dans un graphique
• Trouver les coordonnées d'un point dans un graphique
• Mesurer le delta entre deux points dans un graphique
• Enregistrer une expérience

Rappel de cours

Le terme «écosystème», inventé par le botaniste britannique Roy Clapham en 1930, se réfère à tout système ou des organismes vivants (ou biotiques) interfèrent avec les éléments non-vivants (abiotiques), chimiques ou physiques de leur environnement. L'idée maîtresse de l'écosystème, c'est que tous les organismes biotiques sont continuellement en relation avec les autres composantes biotiques et abiotiques du milieu. Les écosystèmes sont extrêmement sensibles aux changements, et introduire de nouveaux éléments peut avoir des effets dramatiques sur les organismes biotiques ou abiotiques présents.

Un environnement n'a pas besoin d'être grand ou exotique pour être considéré comme un écosystème. Un système aussi petit qu'une seule simple plante et le sol, ou aussi grand qu'une forêt tropicale, peut être considéré comme un écosystème.
Tout écosystème est régi par la somme des réponses individuelles de tous les organismes dans l'écosystème. Parmi les écosystèmes les plus importants se trouvent notamment la forêt Amazonienne, la Grande Barrière de Corail, et le parc de Yellowstone.
Dans cette expérience, les élèves seront amenés à créer 3 chambres individuelles qui seront reliées entre elles dans lesquelles seront recréés différents types d'environnement (par exemple un milieu aquatique, la décomposition et un écosystème terrestre).
Ils peuvent ajouter des organismes vivants, comme des plantes, des poissons ou des insectes et ils peuvent utiliser différents types de sol et de matières organiques dans les différentes enceintes.

Il est important de réfléchir d'abord, puis d'identifier clairement ce qu'il faut mettre dans chaque enceinte avant la mise en place de l'expérience.
Les élèves doivent réfléchir à :
1) le type d'eau à utiliser (distillée, eau du robinet ou source d'eau locale)
2) les types d'organismes vivants à ajouter à l'écosystème et la manière dont ils seront obtenus
3) le type de sol et la manière dont il sera obtenu
4) les paramètres à suivre et les capteurs disponibles

Discussion préalable à l'expérience

Faire participer les étudiants en expliquant qu'ils seront amenés à créer 3 mini-écosystèmes interactifs et qu'ils seront en charge de surveiller l'évolution des paramètres de ces écosystèmes pendant plusieurs jours ou plusieurs semaines.
Ces écosystèmes ne devront pas interagir avec l'environnement extérieur.
Les étudiants doivent être conscients qu'ils ne disposeront pas d'instructions détaillées et qu'ils seront responsables de la mise en place et du suivi de l'expérience.

1. Qu'est-ce qui est nécessaire dans la création d'un écosystème dans un terrarium pour maintenir la vie ?
Les ressources nécessaires au maintien de la vie dépendent des organismes vivants sélectionnés pour construire l'écosystème. L'enceinte terrestre typique peut contenir plusieurs plantes, des escargots, des vers ou des insectes. Ces plantes auront besoin de suffisamment de CO_2 et de lumière pour pouvoir réaliser la photosynthèse, ainsi que quantité d'eau suffisante. Les escargots, les vers et les insectes auront besoin d'une source de nourriture suffisante.
L'enceinte aquatique typique peut contenir des plantes aquatiques (qui nécessitent également une lumière suffisante pour rester en bonne santé). Des niveaux élevés d'oxygène dissous et une source de nourriture sont nécessaires pour maintenir toute la vie aquatique (poissons ou escargots).
L'enceinte contenant le milieu en décomposition doit contenir de la matière à décomposer et des décomposeurs

2. Est-ce que la qualité de vie dans une enceinte peut avoir des effets sur la vie des autres enceintes adjacentes?

Oui. Si un polluant est ajouté à l'enceinte terrestre, le polluant se répandra dans les autres enceintes par le biais des mèches en coton. Cette eau polluée aura une incidence sur la qualité de l'eau de l'enceinte aquatique. De la même manière, un niveau élevé de déchets provenant des organismes aquatiques dans l'enceinte aquatique (tels que l'ammoniaque) peut se répandre dans les autres enceintes. Les gaz produits dans l'enceinte de décomposition, en particulier le CO_2, sont nécessaires pour les plantes de l'enceinte terrestre, mais de fortes concentrations de ces gaz sont susceptibles d'affecter la teneur en oxygène dissous de l'enceinte aquatique.

3. Comment pouvons-nous interconnecter les écosystèmes individuels entre eux tout en les isolant de l'environnement de la classe? Pourquoi est-ce important?
Si nous essayons de voir comment les composantes biotiques et abiotiques de l'écosystème interagissent ensemble, nous avons besoin d'éliminer autant que possible les variables externes.
Les enceintes ont un dispositif de couplage qui permet de les séparer ou les coupler et de rendre le système hermétique.

4. Comment mesurer les conditions à l'intérieur des enceintes ? Quels sont les types de paramètres à suivre? A quel point ces paramètres dépendent de ce qui est placé dans chacune des enceintes?
Placer les capteurs dans les trous spéciaux pré-percés dans les enceintes nous permettra de suivre les différentes mesures à l'intérieur des enceintes sans exposer les capteurs aux conditions extérieures.
Type de paramètres à suivre :
L'oxygène gazeux, l'oxygène dissous dans l'eau, le dioxyde de carbone, l'ammoniaque, le nitrate, la température, l'humidité, le pH, la conductivité et intensité de la lumière…
Certains de ces paramètres sont peut-être plus importants à surveiller que d'autres, cela dépend du montage effectué et des organismes choisis. Par exemple, si aucune plante terrestre ou aucun animal n'est placé dans l'enceinte, les capteurs de CO_2 et O_2 gazeux ne sont pas aussi importants que le capteur d'oxygène dissous.

5. Nous allons ajouter un polluant dans le modèle écosystème afin de simuler des effets de l'activité humaine sur les écosystèmes. Quels polluants pourrions-nous ajouter? Si on ajoute à l'une des enceintes, est-ce que cela aura une incidence sur toutes les enceintes ?
Il y a beaucoup de différents types de polluants qui peuvent être utilisés pour simuler les effets de l'activité humaine sur les écosystèmes.
Exemples : Les engrais, le pétrole, un détergent ou une pluie acide simulée.
Ajouter un polluant dans l'une des enceintes aura une incidence sur l'ensemble des enceintes, soit directement, soit indirectement et peut avoir des influences positives ou négatives.

Suggestions pour l'enceinte terrestre:
• Pour éviter d'ouvrir l'enceinte pour arroser les plantes, placer une éponge humide ou de la mousse au fond de l'enceinte
• Utiliser préférentiellement des graines germées ou de la mousse.
• Utilisez de la terre au lieu d'un terreau afin de réguler les taux d'azote, d'ammoniaque ou de phosphore avant d'ajouter de l'engrais ou d'autres polluants.
• Utiliser une source de lumière froide.

• Les escargots, les vers et les insectes sont des organismes adaptés pour ce type d'expériences.

Suggestions pour l'enceinte aquatique :
• Pour l'eau du robinet, supprimer le chlore avant de réaliser le montage.
• Ajouter les plantes aquatiques pour aider à maintenir le taux de dioxygène dissous.

Suggestions pour l'enceinte de décomposition :
• Ajoutez un peu de compost riche ou de la litière au fond de l'enceinte.
• Vers, les grillons, et autres petits invertébrés peuvent très bien aller dans cette enceinte.

Préparation

Préparer un «polluant»
1. "Polluant engrais": Dissoudre 10 g d'engrais granulé solide dans 1 L d'eau.
Note : Il est suggéré que vous ajoutez de l'engrais en tant que polluant si vous utilisez le colorimètre qualité de l'eau pour surveiller les niveaux de nitrates.
2. «Pluies acides» : Utiliser du HCl 1,0 M pour représenter les pluies acides.
Pour préparer 100 mL de solution d'acide chlorhydrique 1,0 M, ajouter 16,6 mL de HCl concentré pour 100,0 ml de solution. Versez le HCl concentré dans 80 ml d'eau et porter la solution à 100 ml avec de l'eau. Ne versez pas d'eau dans l'acide concentré.
Note : Pour les pluies acides, vous pouvez remplacer l'acide par du vinaigre blanc ménagé.
3. Détergent : Pour préparer le détergent, mélanger 10 ml de savon liquide dans 100 ml d'eau.

Astuces :
Régler la fréquence d'échantillonnage des capteurs pour enregistrer un point de mesures toutes les dix minutes ou toutes les heures afin de réduire le nombre de points collectés et pour empêcher la saturation de la mémoire de l'interface.
Le manque de lumière est l'une des raisons les plus communes dans l'échec de ce type de manipulation car les plantes de l'écosystème risquent de mourir. Placer le système à proximité d'une source de lumière naturelle si possible, ou une lumière artificielle froide et puissante.

Sécurité

Suivre ces procédures afin de manipuler en toute sécurité:
• Manipuler l'acide chlorhydrique (HCl). Avec la plus grande précaution.
• Porter des lunettes de sécurité et une blouse en coton.
• A la fin de chaque manipulation, se laver les mains.

Manipulation

Configurer l'expérience et recueillir des données

1. Étalonner les capteurs qui le nécessitent, conformément aux instructions fournies avec les capteurs.
Pourquoi est-il nécessaire d'étalonner les capteurs?
Les capteurs doivent être étalonnés à partir d'une référence prise à l'extérieure de l'enceinte (exemple : le taux de dioxygène dans l'air) pour que les mesures effectuées dans l'enceinte puissent être valablement comparées entre les groupes. Sans l'étalonnage, toutes les modifications qui sont enregistrées dans le système ne sont que relatives.

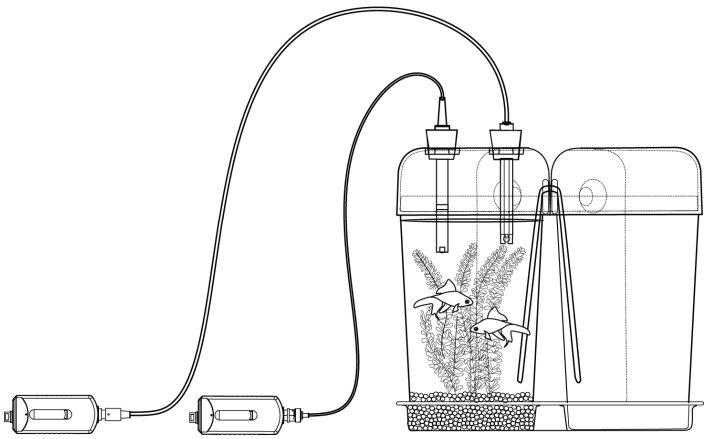
2. Composer les enceintes selon le protocole choisi.

3. Interconnecter les enceintes de sorte qu'elles soient étanches.

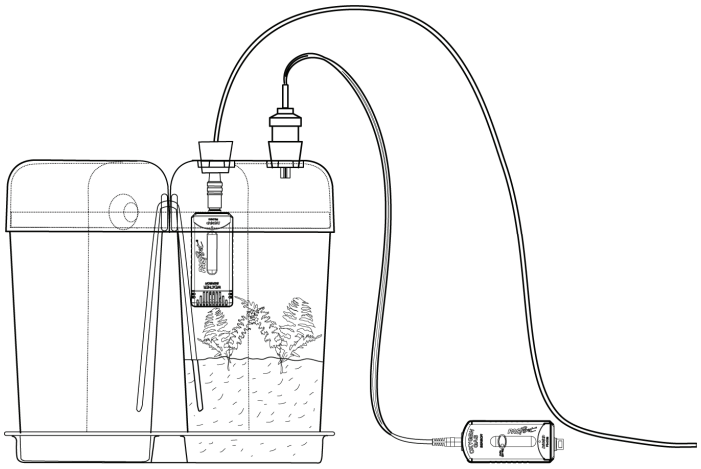
4. Introduire des capteurs, configurer l'interface ou le logiciel à la bonne fréquence de mesures et lancer les mesures. Recueillir des données pendant au moins 24 heures.

Note: Choisir un intervalle de temps qui va fournir des informations adéquates, tout en limitant le nombre de points de mesures recueillis. Par exemple, pour des mesures effectuées pendant 24 heures, une fréquence d'échantillonnage de 1 échantillon tous les 10 minutes conviendra, pour des mesures effectuées pendant une semaine, une fréquence d'échantillonnage de 1 échantillon tous les 30 minutes ou toutes les heures conviendra.

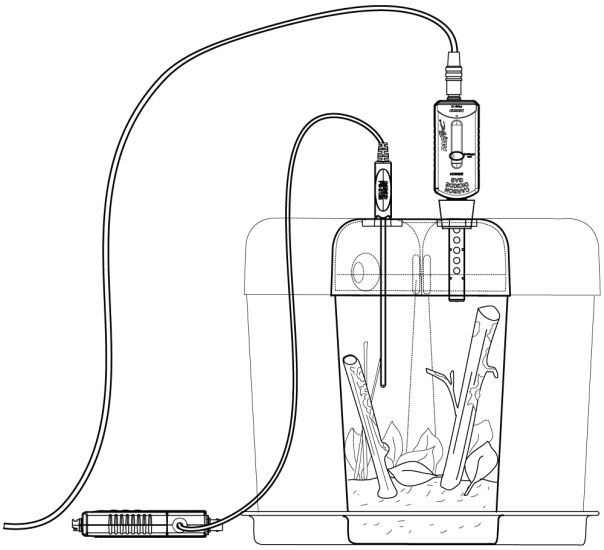
Note : Observer et surveiller tous les jours l'état de l'écosystème. Ne pas attendre la mort des organismes pour intervenir



Enceinte aquatique



Enceinte terrestre



Enceinte de décomposition

Ajouter un polluant et surveiller les données

1. Après 24 heures de collecte des données, ajouter le ou les polluants dans l'une des enceintes.

Pourquoi attendre 24 heures avant d'ajouter le polluant ?
Cela permet d'avoir des mesures de références de l'écosystème sans polluant. Les mesures effectuées après l'ajout du polluant seront comparées aux mesures des premières 24 heures.

L'ajout d'engrais dans l'enceinte terrestre permettra aux plantes de croître plus rapidement, mais peut potentiellement tuer tous d'autres organismes. La plante elle-même peut mourir si la concentration d'azote augmente trop élevé. L'eau polluée peut circuler par le biais des mèches en coton et diminuer la qualité de l'eau de l'enceinte aquatique.
Les engrais et les détergents sont considérés comme des polluants dans les systèmes aquatiques car ils peuvent entrainer une augmentation des concentrations de phosphore ou de nitrates. La conséquence peut être une croissance rapide d'algues et la mort d'autres plantes. C'est le phénomène d'eutrophisation.
Les pluies acides sont à l'origine de l'acidification des lacs et cours d'eau. Elle réduit également la productivité des cultures et les taux de croissance végétale dans la forêt.

Analyse des données

1. Enregistrer toutes les modifications apportées au système expérimental et tous les moments ou le système a été ouvert.
Dans l'exemple ci-dessous il n'y avait aucun changement au système expérimental et l'enceinte a été ouverte pour l'introduction du polluant.

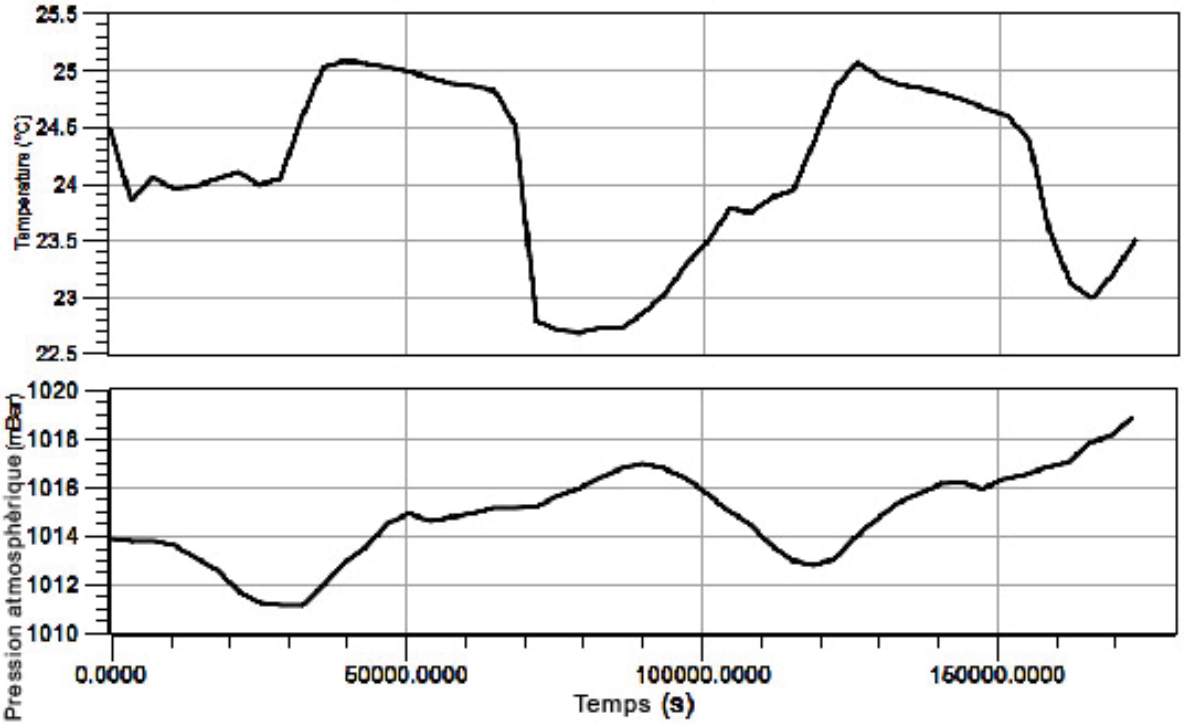
Créer un tableau avec les données jugées pertinentes pendant les premières 24 heures.
Ajouter des commentaires concernant les conditions dans les enceintes pendant toute la durée de l'expérience.

Mesures pendant les premières 24 heures

Paramètres mesurés	Mesure initiale	Mesure après 24 heures
Nitrate	0.00 mg/L	0.19 mg/L
Ammonium	0.00 mg/L	0.10 mg/L
Phosphate	0.09 mg/L	5.89 mg/L
CO_2	3277 ppm	11738 ppm
pH	7.37	7.23
Hygromètrie relative	66%	87%

Il a été noté que la concentration d'oxygène est restée relativement stable tout au long de l'expérience. En outre, la température et la pression atmosphérique semblent être cycliques, et seront présentées dans un graphique. Le système est resté fermé pendant 24 heures. Au bout de 24 heures, une grande quantité d'eau est passée de l'enceinte aquatique à l'enceinte terrestre

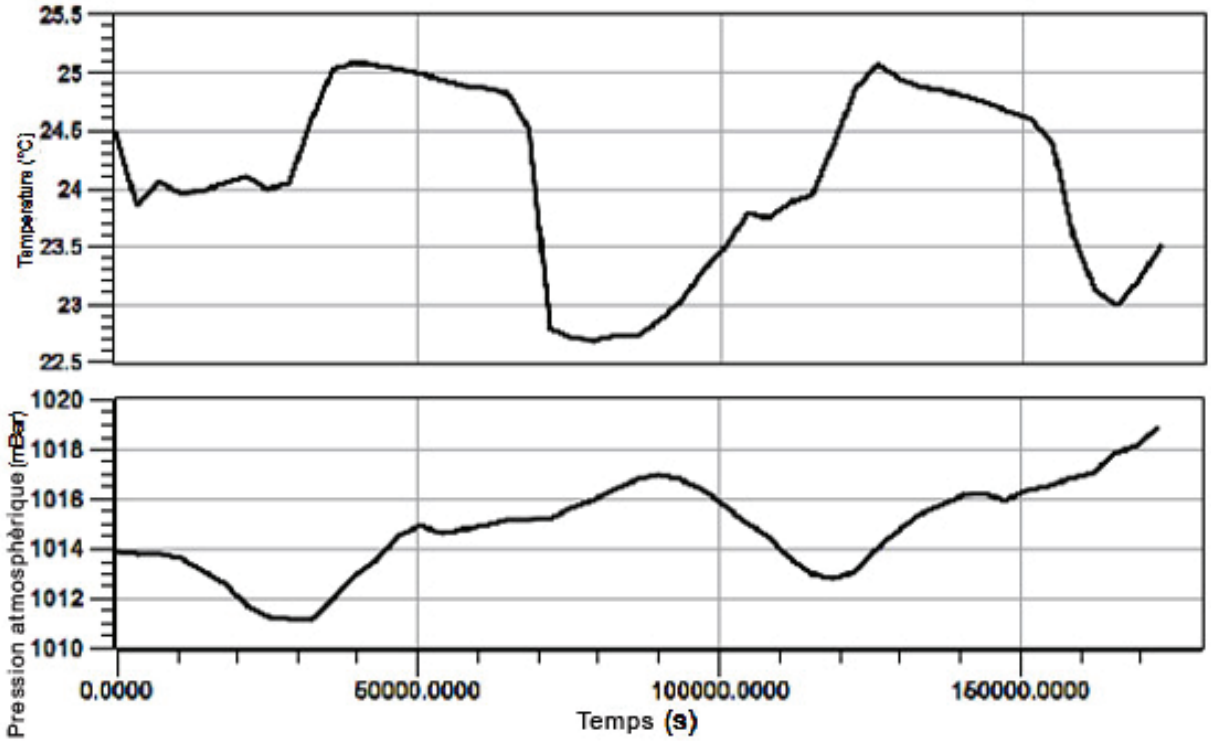
entrainant une augmentation notoire de l'humidité dans cette chambre. La concentration de phosphates a largement augmentée, ce qui est probablement lié à des minéraux dissous provenant des graviers.



2. Créer un tableau avec les données jugées pertinentes après l'ajout de polluants

Mesures après l'ajout de polluant

Paramètres mesurés	Mesure initiale	Mesure après 24 heures	Mesure après l'ajout de polluant
Nitrate	0.00 mg/L	0.19 mg/L	0.22 mg/L
Ammoniaque	0.00 mg/L	0.10 mg/L	0.00 mg/L
Phosphate	0.09 mg/L	5.89 mg/L	7.15 mg/L
CO_2	3277 ppm	11738 ppm	11756 ppm
pH	7.37	7.23	7.98
Hygromètrie relative	66%	87%	89%



Analyse des données

1. Décrire tout changement significatif observé dans les enceintes pendant la durée de l'expérience
2. Quels paramètres ont changé le plus a avant avoir ajouté le polluant ? Expliquer
2. Quels paramètres ont changé le plus après avoir ajouté le polluant ? Expliquer

Les polluants peuvent, ou non, avoir une incidence sur le système :

a. S'il ya eu un changement significatif, quels tests mener pour déterminer si le polluant a été la seule cause de ce changement ?

Les élèves peuvent suggérer la création d'un environnement sans organismes vivant dans le but de vérifier que la pollution a été la source de ce changement.

b. S'il n'y a pas de changement significatif, quels autres tests mener afin de déterminer si la concentration du polluant est importante ?

Les élèves peuvent suggérer d'augmenter le montant ou le type de polluant ajouté au système, ou suggérer d'ajouter le polluant dans une autre enceinte.

Interactions entre Plantes et Animaux

Objectifs

Étudier les relations entre les plantes et les animaux au sein d'un écosystème.
Étudier le rôle des producteurs, des consommateurs et des décomposeurs et leurs effets sur les concentrations en O_2 et CO_2 dans un système fermé.

Etapes

• Création d'un écosystème terrestre
• Mesurer l'évolution du CO_2 et de l'O_2
• Conception et réalisation d'une expérience contrôlée

Temps requis

• Temps de préparation	20 minutes
• Discussion préalable à l'activité	20 minutes
• Activité de laboratoire (partie 1)	75 minutes
• Activité de laboratoire (partie 2)	75 minutes

Matériel nécessaire

Pour chaque élève ou groupe d'élèves :
• Interface
• Capteur de dioxygène (PS-2108 ou PS-2126)
• Une source lumineuse très puissante (si possible lumière froide)
• Capteur CO2 air (PS-2110)
• Câbles d'extension pour les capteurs
• Petite plante en pot [1]
• Petits animaux [2]

[1] Voir la section « préparation » pour connaître nos suggestions
[2] Voir la section « préparation » pour connaître nos suggestions

Concepts pré requis avant d'expérimenter

Les étudiants doivent se familiariser avec les concepts suivants :
• Les principes de base de la photosynthèse et de la respiration cellulaire
• Les principes de base de cycles du carbone et d'oxygène
• Le rôle des producteurs, des consommateurs et des décomposeurs dans les écosystèmes

Rappel de cours

Les écosystèmes impliquent des interactions complexes entre le non vivant (abiotique) et les êtres vivants (biotiques). Le flux d'énergie et de recyclage de la matière dans un écosystème influe directement sur la survie des organismes au sein de l'écosystème. Les êtres vivants ne

réagissent pas seulement à leur environnement, mais ils provoquent des changements dans les facteurs abiotiques et biotiques de cet environnement.
Notre modèle d'écosystème est un système simplifié dans lequel certaines des interactions complexes qui se produisent au sein d'un écosystème peuvent être simulées.
Nous allons concevoir un écosystème terrestre composé d'une source d'énergie, d'un sol, d'eau, d'une plante et d'animaux.
Les plantes sont des producteurs ou des organismes photosynthétiques. Comme les algues, les plantes ont la capacité d'exploiter l'énergie lumineuse du soleil. Elles utilisent cette énergie, ainsi que le dioxyde de carbone de l'atmosphère pour permettre la synthèse des hydrates de carbone (sucres) selon l'équation suivante :
$6CO_2 + 6H_2O$ + énergie lumineuse → $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$.

Lors de la respiration cellulaire, ces sucres sont dégradés pour produire des réserves d'énergie sous forme d'ATP.
Au cours de la respiration cellulaire, l'énergie stockée dans la molécule de glucose est libérée et utilisée pour phosphoryler l'ADP, ce qui permet la production d'ATP. En présence d'oxygène (un produit de la photosynthèse), le glucose peut être totalement oxydé, libérant de grandes quantités d'énergie :
$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ + énergie

L'air de notre atmosphère est composé notamment de dioxygène (21%) et de dioxyde de carbone (0,04%).

Questions permettant de trouver la bonne composition de l'enceinte :
1. Quel est le volume d'air serait nécessaire pour maintenir en vie une plante et quelques petits animaux ?
2. Combien d'organismes (par exemple, les grillons) faut-il pour consommer tout l'oxygène produit par la plante dans notre enceinte ?

Préparation

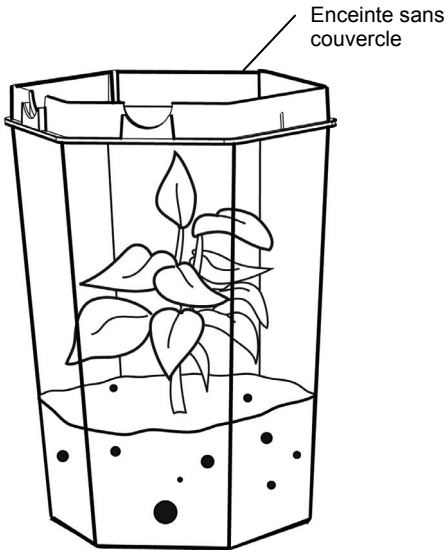
1. Suggestions de petites plantes en pot : Pothos, coléus, tomate, basilic ou autres herbes dans de petits pots. Toute plante verte dans un pot assez petit pour tenir dans l'enceinte conviendra.
2. Suggestions de petits animaux : grillons, cloportes, vers de terre, escargots ou cafards.
L'idéal est de demandé aux élèves de les prélever dans la nature.

Pour raccourcir l'expérience, on peut faire la première partie en démonstration, puis demander aux élèves de faire seulement la deuxième partie.

Manipulation

Réglages
1. Démarrer une nouvelle expérience sur l'interface et le logiciel
2. Connecter le capteur de dioxygène et le capteur de dioxyde de carbone. Utiliser une rallonge pour le capteur de dioxyde de carbone.
3. Étalonner le capteur de dioxygène.

4. Étalonner le capteur de dioxyde de carbone.
5. Créer deux graphiques avec le CO_2 et l'O_2 sur les axes des ordonnées.
6. Placer le modèle dans un endroit avec un éclairage naturel.
7. Remplir le fond de l'enceinte avec de la terre. Humidifier légèrement avec de l'eau.
8. Faire un trou dans le sol.
9. Plantez la plante dans le sol.
10. Fermer hermétiquement l'enceinte.



12. Introduire les capteurs dans deux des trous situés sur le haut de l'enceinte. Tous les autres trous doivent être bouchés avec un bouchon en caoutchouc.

Mesures avec plante et sol
13. Lancer les mesures pendant une heure.
14. Demander aux élèves de prédire l'évolution des concentrations de CO_2 et O_2
14. Arrêter les mesures.
15. Enregistrer l'expérience et nommer cette série de mesures « plante uniquement »

Mesures avec plante, sol et insectes

Relancer la même expérience en introduisant 5 à 10 criquets dans l'enceinte.

Comparer l'évolution du CO_2 et de l'O_2

Quelles sont les différences ? Expliquer.

Les élèves doivent indiquer que du O_2 est dégagé par la plante grâce à la photosynthèse et consommé par les insectes et par la plante grâce à la respiration. Ils devraient également prévoir que du CO_2 sera dégagé par la respiration et consommé par la plante lors de la photosynthèse. Étant donné que le taux de consommation de CO_2 lors de la photosynthèse est supérieur au taux de dégagement du à la respiration, il doit y avoir une consommation nette de CO_2.
Les élèves doivent prédire une diminution du taux de CO_2 et une augmentation du taux d'O2.

La photosynthèse aérienne et la respiration cellulaire

Objectifs

Étudier la photosynthèse d'une plante dans une enceinte hermétique.
Étudier l'influence de la lumière sur les concentrations de dioxygène et de dioxyde de carbone.

Temps nécessaire

• Temps de préparation	15 minutes
• Discussion préalable à l'activité	15 minutes
• Activité de laboratoire	45 minutes

Matériel nécessaire

Pour chaque élève ou groupe d'élèves :
• Interface
• Une enceinte du modèle écosystème (ME-6668)
• Capteur CO2 air (PS-2110)
• Capteur de dioxygène (PS-2108 ou PS-2126)
• Capteur de température
• Un tissu opaque noir
• Une source lumineuse très puissante (si possible lumière froide)
• Une petite plante en pot (plant de tomate, basilic, menthe, ou d'autres herbes dans de petits pots. Toute plante dans un pot assez petit pour tenir dans l'enceinte pourra convenir)

Concepts pré requis avant d'expérimenter

Les étudiants doivent être familiers avec les concepts suivants :

• Les plantes utilisent l'énergie lumineuse pour fabriquer de la matière organique à partir de dioxyde de carbone et d'eau, elles dégagent du dioxygène.

• Les plantes sont capables ainsi de fabriquer leur propre « nourriture » et l'utiliser immédiatement ou la stocker pour une utilisation ultérieure.

• Les cellules des plantes vertes contiennent des chloroplastes. Ce sont les organites dans lesquels se déroule la photosynthèse.

• La chlorophylle est une molécule présente dans les chloroplastes qui est indispensable à la photosynthèse, elle est responsable de la couleur verte des plantes et des algues.

• Lors de la photosynthèse, du dioxyde de carbone est consommé et du dioxygène est libéré. La photosynthèse nécessite de l'énergie lumineuse, généralement issue du soleil.

• Au cours de la respiration cellulaire, du dioxygène est consommé et du dioxyde de carbone est libéré. La respiration cellulaire se produit en permanence dans les cellules vivantes (dont celles des plantes).

• Les êtres humains font partie des écosystèmes Terrestres. L'activité Humaine peut modifier l'équilibre des écosystèmes.

Principe de l'expérimentation scientifique

L'étude de l'environnement est complexe, elle nécessite généralement de réaliser des expériences et des observations en classe et sur le terrain.

Un terrarium ou une enceinte fermée sont d'excellents systèmes pour les études environnementales. Ils permettent de modifier une seule variable à la fois pour en étudier les conséquences.

Au cours de cette expérience, les élèves vont se familiariser avec le principe de l'expérimentation scientifique :

- Émettre une hypothèse.
- Concevoir un protocole.
- Vérifier leur hypothèse.

Ils vont faire varier les paramètres d'un système fermé afin d'examiner les facteurs qui influent sur la photosynthèse et la respiration cellulaire.
Pour chaque variable examinée, ils observeront les variations des taux de dioxygène et de dioxyde de carbone dans l'enceinte.
En effet, les variations des taux de CO_2 et d'O_2 sont étroitement associées à la croissance des plantes et la respiration cellulaire aérobie. Ce sont des paramètres qui sont généralement modifiés dans les minutes suivant l'évolution de la variable (modification de l'intensité lumineuse par exemple).

Variables pouvant être étudiées :
L'intensité lumineuse,
La longueur d'onde de la lumière,
Les types de source lumineuse,
Le taux de CO_2 dans l'atmosphère,
Conditions acides,
Introduction d'organismes,
Engrais,
Toxines,
Type de terreau,
Température,
Etc…

Discussion préalable à l'expérience

Informer les élèves qu'ils vont apprendre à utiliser à un système de test qui leur permettra de conduire leurs propres expériences sur les effets des paramètres environnementaux sur la photosynthèse et la respiration cellulaire.

Demander aux élèves de lister les paramètres environnementaux qui pourraient affecter la croissance des plantes.

S'assurer que les hypothèses suivantes sont émises :
Le réchauffement climatique, les émissions de gaz à effet de serre, l'acidification des sols et des eaux, la pollution des cours d'eau en engrais et toxines, les sécheresses, les espèces envahissantes, les organismes nuisibles envahissants et les maladies.

Dans cette liste, les élèves devraient être en mesure de choisir un sujet qui les intéresse.

Parmi ces sujets, identifier les paramètres qui pourraient servir de variables en fonction du matériel disponible

Par exemple, pour les effets du réchauffement climatique, il sera nécessaire disposer de capteurs de température et de pouvoir élever la température dans l'enceinte.
Pour les émissions de gaz à effet de serre, il faut pouvoir augmenter la teneur en CO2 dans l'enceinte ou l'humidité.
Pour l'effet des pluies acides, il faudra préparer des solutions acides…

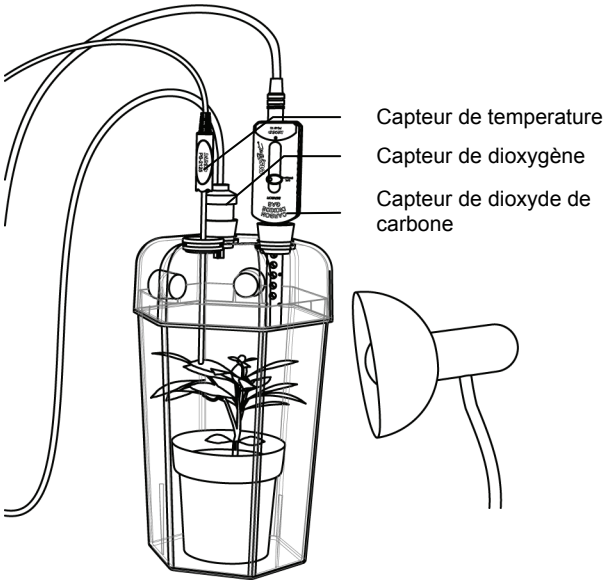
Demander aux élèves de :
1. Émettre une hypothèse à tester
2. Concevoir une expérience ou un ensemble d'expériences pour vérifier leur hypothèse.

Si nécessaire, revoir le processus de la photosynthèse et la respiration cellulaire aérobie avec les élèves.

Préparation

Acheter des petites plantes en pots.

1. Mettre une plante en pot avec un terreau humide (pas mouillé) dans une enceinte du modèle écosystème.
2. Mettre en place les capteurs de CO_2, O_2 et température afin qu'ils puissent détecter les modifications à l'intérieur de l'enceinte.
3. Fermer l'enceinte de manière hermétique (utiliser éventuellement du Parafilm)



4. Démarrer une nouvelle expérience sur l'interface ou le logiciel.
5. Branchez les trois capteurs sur l'interface.

Remarque : Utiliser des rallonges pour les capteurs lorsque cela est nécessaire.
6. Choisir un affichage approprié pour afficher les mesures.

Note : En fonction de l'expérience, il peut être nécessaire d'adapter la fréquence d'échantillonnage des capteurs. Choisir un intervalle de temps qui va fournir des informations adéquates, tout en minimisant le nombre de points de données recueillis.
Par exemple, pour suivre les concentrations de CO_2 et O_2 dans l'enceinte pendant 24 heures, choisir une fréquence d'échantillonnage de 1 échantillon tous les 10 ou 30 minutes.
Pour suivre les concentrations de CO_2 et O_2 pendant une semaine, choisir une fréquence d'échantillonnage de 1 échantillon toutes les heures.

7. Mettre en place une source de lumière très puissante près de l'enceinte et la diriger sur l'enceinte.

Manipulation

1. Lancer les mesures
2. Enregistrer des données avec la lumière allumée pendant 15 minutes.
3. Éteindre la lampe et couvrir soigneusement l'enceinte avec un tissu opaque de telle sorte que la plante soit à l'obscurité. Ne pas arrêter l'enregistrement des données.
4. Laisser la plante à l'obscurité pendant 15 minutes, puis arrêter l'enregistrement des données.
5. Enregistrer l'expérience.

Analyse des données

1. Afficher les données sous forme de graphiques.
2. Ajuster les échelles pour visualiser au mieux les variations des données.
3. Indiquer sur votre graphique l'extinction et l'allumage de la lumière.

La variable de cette expérience est la présence ou l'absence de lumière.

Hypothèses à tester

• L'augmentation de l'intensité lumineuse se traduira par une augmentation du taux de photosynthèse.
• L'augmentation de l'acidité de l'eau dans le sol entraîne la diminution du taux de photosynthèse.
• L'augmentation de température de l'air se traduira par des taux plus élevés de la respiration cellulaire aérobie.
• Un taux plus élevé de gaz carbonique dans l'atmosphère entraînera une augmentation du taux de photosynthèse.

Comment tester ces hypothèses?

Exemples de protocoles appropriés :
• Pour faire varier l'intensité lumineuse, faire varier la distance entre la source lumineuse et l'enceinte.
Utiliser éventuellement un capteur de lumière qui permettra de quantifier les variations d'intensité lumineuse.
• Pour augmenter la concentration de CO_2 dans l'enceinte, utiliser une cartouche de CO2 pour aquariophilie.

La fermentation des levures

Objectifs

Les cellules de levure peuvent servir de modèles simples pour étudier à la fois la respiration et la fermentation. Cette expérience propose de démontrer l'existence des deux métabolismes chez la levure et de les étudier.
Utiliser les capteurs de dioxygène et d'éthanol (et éventuellement CO2) pour mettre en évidence la respiration et la fermentation par la levure.
Calculer et comparer les taux de consommation d'oxygène et de production d'éthanol par les levures.

Temps nécessaire

• Temps de préparation	15 minutes
• Discussion préalable à l'activité	15 minutes
• Activité de laboratoire	30 minutes

Matériel nécessaire

Pour chaque élève ou groupe d'élèves :
• Interface
• 1 litre de suspension de levures [1]
• Capteur de dioxygène (PS-2108 ou PS-2126)
• 500 mL de solution à 0,5 M de saccharose [2]
• Capteur Éthanol (PS-2194)
• Une enceinte du modèle écosystème (ME-6668)
• Capteur CO2 air (optionnel) (PS-2110)
• Agitateur magnétique avec turbulent
• Bécher, 500 ml
• Bécher, 1000 ml

[1] À préparer à l'aide de levure sèche et d'eau distillée, se reporter à la section « Préparation ».
[2] À préparer à l'aide de saccharose et d'eau distillée, se reporter à la section « Préparation ».

Concepts pré requis avant d'expérimenter

Les étudiants doivent être familiers avec les concepts suivants :
• Eucaryotes / procaryotes
• Structure et fonction enzymatique
• Les bases du métabolisme cellulaire anaérobie et aérobie

Rappel de cours

Les levures sont un excellent support pour l'étude de la respiration cellulaire par des cellules eucaryotes. Elles sont capables de produire l'énergie nécessaire à leur métabolisme dans des conditions aérobies et anaérobies.
En présence de dioxygène, elles utilisent des voies métaboliques aérobies. Par le biais d'une série de réactions biochimiques, les atomes de carbone présents dans des molécules organiques

(comme le glucose ou le saccharose) se combinent avec du dioxygène pour produire du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau et de l'énergie. Ces réactions se produisent selon l'équation ci-dessous :
Glucose + dioxygène + ADP + phosphate -> Dioxyde de carbone + vapeur d'eau + ATP

En absence de dioxygène, elles utilisent des voies métaboliques anaérobies pour produire de l'énergie. Ces réactions se produisent selon l'équation ci-dessous :
Glucose + ADP + phosphate -> Dioxyde de carbone + éthanol + ATP

Au cours de la respiration cellulaire, une partie de l'énergie stockée dans des molécules de glucose est capturée en énergie chimique dans une molécule appelée ATP. Le reste de l'énergie est libérée sous forme d'énergie thermique. Les molécules d'ATP fournissent de l'énergie pour alimenter les processus vitaux de croissance et reproduction.

Discussion préalable à l'expérience

Il y a seulement 150 ans, personne ne connaissait l'importance que pouvaient avoir ces champignons unicellulaires appelés levures.
Aujourd'hui, les levures sont impliquées dans de nombreuses recherches médicales et sont des outils prometteurs de la recherche génétique.
La levure permet la transformation du jus de raisin en vin, la transformation du sucre, de l'eau et du houblon dans la bière, et permet à la pâte du pain de se lever. Jusqu'en 1860, les gens pensaient que seule la magie ou «la grâce de Dieu » étaient responsables de ces phénomènes.
Les brasseurs croyaient qu'ils devaient remuer le moût (le sucre, le houblon et l'eau) avec un bâton spécial qu'ils se transmettaient de génération en génération afin d'obtenir la fermentation appropriée.
Louis Pasteur a été le génie scientifique qui a découvert que les cellules de levure étaient à l'origine de ces processus.
Lorsque le gouvernement Français fit appel à lui pour comprendre pourquoi les industries du vin et de la bière ont été littéralement dévastées suite à de gros problème de qualité des produits, il utilisa des méthodes classiques de microbiologie qui lui ont permis de déterminer que des bactéries indésirables avaient envahi les cultures de bière et de vin, empêchant les cellules de levure de se développer et de faire leur travail de fermentation pour transformer le sucre en alcool. Il inventa le procédé de pasteurisation pour tuer les bactéries, et a ensuite inoculé les solutions stériles avec le bon type de levures.

Passez en revue les réactions chimiques intervenant dans la respiration et la fermentation dans les cellules de levure. Noter que le processus de la respiration des cellules de levure est relativement identique à celui des cellules humaines.
Malgré les similitudes, la respiration anaérobie des cellules de levure est différente de celle observée dans les cellules musculaires de l'homme.
Dans les cellules de levure, la respiration anaérobie produit de l'éthanol.
Dans les cellules musculaires humaines, la respiration anaérobie produit de l'acide lactique.

Demandez aux élèves:
Pensez-vous que vos cellules subissent la respiration anaérobie?
Les élèves peuvent être surpris d'apprendre que chaque fois qu'ils font de l'exercice jusqu'à ce que leurs muscles deviennent douloureux, leurs cellules musculaires sont soumises à un métabolisme anaérobie. L'acide lactique qui est un sous-produit de la respiration anaérobie est à l'origine de ces douleurs.

Préparation

1. Préparer la suspension de levures au moins 30 minutes avant le début de la séance. Pour préparer 1 litre de suspension, ajouter 20 g de levures sèches ou fraîches de boulanger à 1 L d'eau tiède (30 à 35 ° C). De la levure fraîche est également parfaitement adaptée mais il faut penser à vérifier la date d'expiration. Une fois la suspension préparée, il n'est pas nécessaire de la maintenir à 30 à 35 ° C.
Elle peut être conservée à température ambiante jusqu'à utilisation.
2. Préparer une solution de saccharose 0.5 M :
    a. Peser 171,2 g de saccharose (sucre de table) dans un erlenmeyer de deux litres.
    b. Ajouter de l'eau distillée pour faire 1 litre de solution.
    Conserver la solution à température ambiante.
3. Préparer une solution à 1% d'éthanol pour étalonner le capteur à éthanol.
4. Connecter le capteur à éthanol sur l'interface (connectée à l'ordinateur si c'est une interface fixe) 10 minutes avant de commencer la manipulation afin qu'elle chauffe.
5. Connecter le capteur à éthanol, le capteur à dioxygène et éventuellement le capteur CO_2.

Manipulation

1. Démarrer une nouvelle expérience sur l'interface ou l'ordinateur
2. Connecter le capteur de dioxygène et le capteur d'éthanol sur l'interface
3. Étalonner le capteur de dioxygène et le capteur d'éthanol

Note : Le capteur d'éthanol doit être connecté à l'interface pendant 5 à 10 minutes avant de commencer les mesures afin de fonctionner efficacement.

4. Placer les capteurs dans les trous sur le dessus du couvercle.
5. Assurez-vous que tous les autres trous dans le couvercle sont bouchés avec un bouchon en caoutchouc.
6. Placez l'enceinte sur un agitateur magnétique, et mettre un barreau magnétique au fond de l'enceinte.
7. Verser 500 ml de solution de saccharose 0,5 M dans l'enceinte.
8. Mettre l'agitateur magnétique en route à vitesse moyenne.
9. Verser 1 litre de solution de levures dans l'enceinte.
10. Replacer le couvercle avec les capteurs sur l'enceinte.
11. Appuyer fermement sur le couvercle pour assurer une fermeture hermétique.

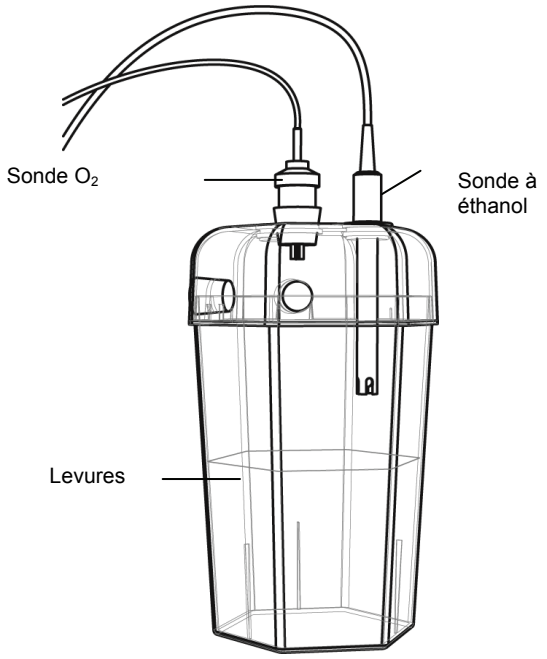
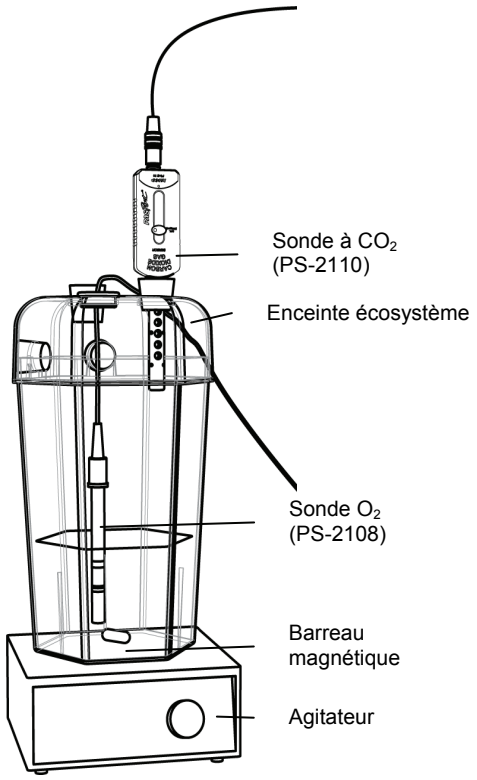
Lancer les mesures pendant 30 minutes, puis arrêtez les mesures.

Analyse des données

1. Calculer la consommation de O_2 = Concentration finale de O_2- Concentration initiale de O_2

2. Calculer la production d'éthanol = Concentration finale d'éthanol - Concentration initiale d'éthanol

3. Si un capteur de CO_2 a été utilisé, calculer la production de CO_2

Conclure

Exemple de montage en fonction des capteurs sélectionnés :