

# Sur la voie de la bio-inspiration

Livret élèves



**cité**

sciences  
et industrie

# Sur la voie de la bio-inspiration

## La bio-inspiration : c'est quoi ?

La **bio-inspiration**, ça veut dire s'inspirer de la nature pour créer des produits qui respectent l'environnement. Ces produits peuvent aider pour trouver des solutions aux problèmes écologiques.

Cela nous aide à :

- Nourrir les humains
- Moins utiliser le pétrole, le charbon, le gaz, etc...
- Inventer de nouveaux matériaux
- Créer de nouveaux endroits pour habiter
- Créer des outils numériques qui s'adaptent aux changements
- Se poser des questions sur notre façon de vivre et notre société

**Quand vous arrivez dans la serre, vous pouvez :**

- Regarder autour de vous
- Sentir
- Écouter
- Observez les êtres vivants pour comprendre comment ils fonctionnent

## ❖ Comprendre le fonctionnement du vivant



Rendez-vous successivement devant les 3 espaces naturels différents : le récif corallien, la mangrove et la forêt.

Ces espaces s'appellent des écosystèmes : c'est un ensemble constitué par un milieu et les êtres vivants qui y vivent et interagissent entre eux. Chacun des 3 écosystèmes que vous observez dans cette exposition ont des caractéristiques propres : climat, faune et flore, température, humidité...

Reliez les propositions ci-contre afin de retrouver les caractéristiques de chaque écosystème. Vous pouvez vous aider des panneaux et des fiches d'explication.

## Récif corallien



Cet espace est composé de structures marines formées par des animaux marins : les coraux. Il protège les terres des tempêtes et des montées des eaux.

Quand la température change ou que l'eau devient plus acide, l'espace est plus fragile et les êtres vivants qui s'y abritent sont alors menacés.

Cet écosystème est ici pris en exemple pour montrer la décomposition de la matière que l'on trouve chez les êtres vivants.

Cette matière s'appelle la matière organique. Vous observerez le résultat d'une méthode inspiré de ce cycle naturel de la nature : la permaculture.

## Mangrove



Dans cet espace, il y a des feuilles et du bois qui se décomposent, c'est-à-dire qui se transforment en petits morceaux.

Il y a aussi 60 plantes et mousses différentes.

Dans cet écosystème vous découvrirez un exemple de symbiose : c'est une association d'êtres vivants dans laquelle chacun apporte quelque chose à l'autre.

Chaque être vivant de ce groupe a besoin des autres pour vivre.

## Forêt



On peut trouver cet espace près de beaucoup de côtes tropicales, par exemple au sud de l'Asie.

Cet espace protège des tempêtes et de l'érosion, c'est à dire de l'usure et de la transformation des sols.

Cet écosystème montre un exemple d'aquaponie, c'est à dire que ce sont les déchets des poissons de l'aquarium qui nourrissent les arbres.

Cela permet de nettoyer l'eau. Ces arbres s'appellent



## Rendez-vous à la table d'exposition « Coopération entre espèces ».

Vous découvrez plusieurs formes de coopération entre êtres vivants : trouvez un exemple d'association de **MUTUALISME**, c'est-à-dire une association entre deux espèces dont une seule tire profit sans pour autant nuire à l'autre. Pour cela, faites correspondre le couple d'êtres vivants en tournant les deux disques de la table d'exposition.

L'association entre ..... et .....  
est du mutualisme.

La **COOPÉRATION** est un des fonctionnements fondamentaux des êtres vivants pour lutter contre la compétition. Se nourrir, se reproduire, se protéger, etc., dépendent de la coopération. Créer des symbioses, stimuler les échanges entre les individus est une solution pour survivre.



## Rendez-vous à la table d'exposition « CHNOP ».

- Entourez en vert ci-dessous : les éléments chimiques contenus dans le vivant : la nacre, le bois, la laine, la peau, l'humain.
- Entourez en bleu les éléments chimiques contenus dans un téléphone portable

Comparez le résultat : que constatez-vous ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

CHNOP ? Mais que signifie ces 5 lettres ?

Elles représentent des éléments chimiques : **C** pour **Carbone**, **H** pour **Hydrogène**, **N** pour **azote**, **O** pour **Oxygène** et **P** pour **Phosphore**. Il existe une grande variété d'éléments chimiques à la surface de la Terre : certains sont rares et toxiques, comme le Cobalt (Co), le Nickel (Ni), l'Argent (Ag). D'autres sont très abondants, peu ou pas toxiques et facilement biodégradable en tant qu'élément : c'est le cas des **atomes CHNOP**.

Sur Terre, plus de 96 % de la matière vivante est issue de l'assemblage de six atomes : CHNOP plus une pincée d'atomes supplémentaires.

Vingt éléments suffisent pour couvrir tous les besoins de la vie sur Terre.

Ces éléments « de base » sont abondants, pas ou peu toxiques et recyclables.

Les éléments rares et/ou toxiques, non utilisés dans le vivant, ont presque tous été utilisés par les humains pour produire des objets.





## Rendez-vous dans l'écosystème forestier.

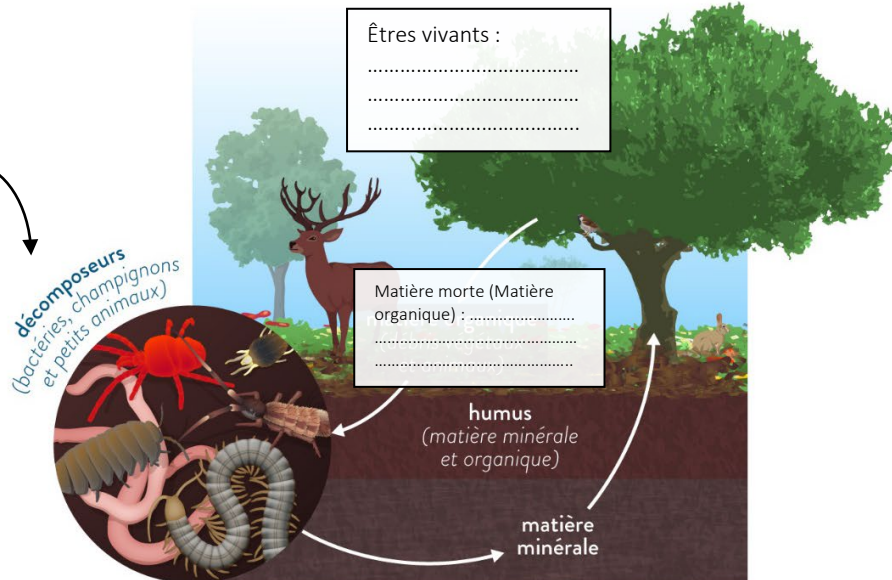
Au sein de cet écosystème, listez tout ce qui est vivant ainsi que la matière morte issue du vivant que vous observez :

- 
- 
- 

Complétez le schéma suivant avec les éléments que vous avez listés :

### Le recyclage de la matière organique

Tu ne peux pas les voir ici car il faudrait pour cela utiliser une loupe ou un microscope. Cependant, ils sont bien présents !



Pour le vivant, la notion de déchet n'existe pas. La mort s'inscrit dans le CYCLE de la vie. Après la mort, la matière organique se décompose, avec l'aide de micro-organismes, de champignons ou d'animaux spécialisés qui s'en nourrissent. Grâce à ce processus biochimique, elle est recyclée et sert de matière première à un autre être vivant.



## Rendez-vous à la table d'exposition « La photosynthèse et les conditions d'éclairage »

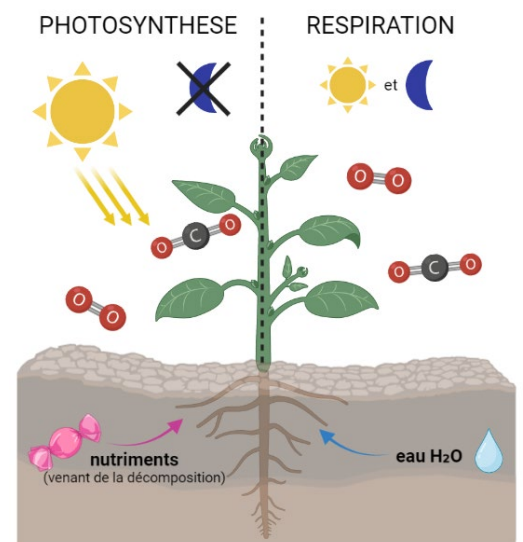
Des capteurs enregistrent et transmettent en direct sur écran les quantités :

- de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ),
- de dioxygène ( $\text{O}_2$ ),
- et de biomasse produites par deux plantes soumises à différents éclairages

Que constatez-vous lorsque la plante est en présence de lumière ?

- .....  
 .....  
 .....

Sur le schéma ci-contre, rajoutez des flèches pour représenter les échanges entre la plante et les gaz extérieurs de dioxygène ( $\text{O}_2$ ) et dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).



À la lumière, les végétaux réalisent la PHOTOSYNTHÈSE : ils utilisent l'énergie lumineuse et le dioxyde de carbone (ainsi que de l'eau et des sels minéraux) pour produire la matière constituant les êtres vivants (La biomasse). Cette réaction libère du dioxygène. La biomasse produite par les plantes peut ensuite être utilisée comme source d'énergie pour tous les autres êtres vivants (herbivores, carnivores et décomposeurs).



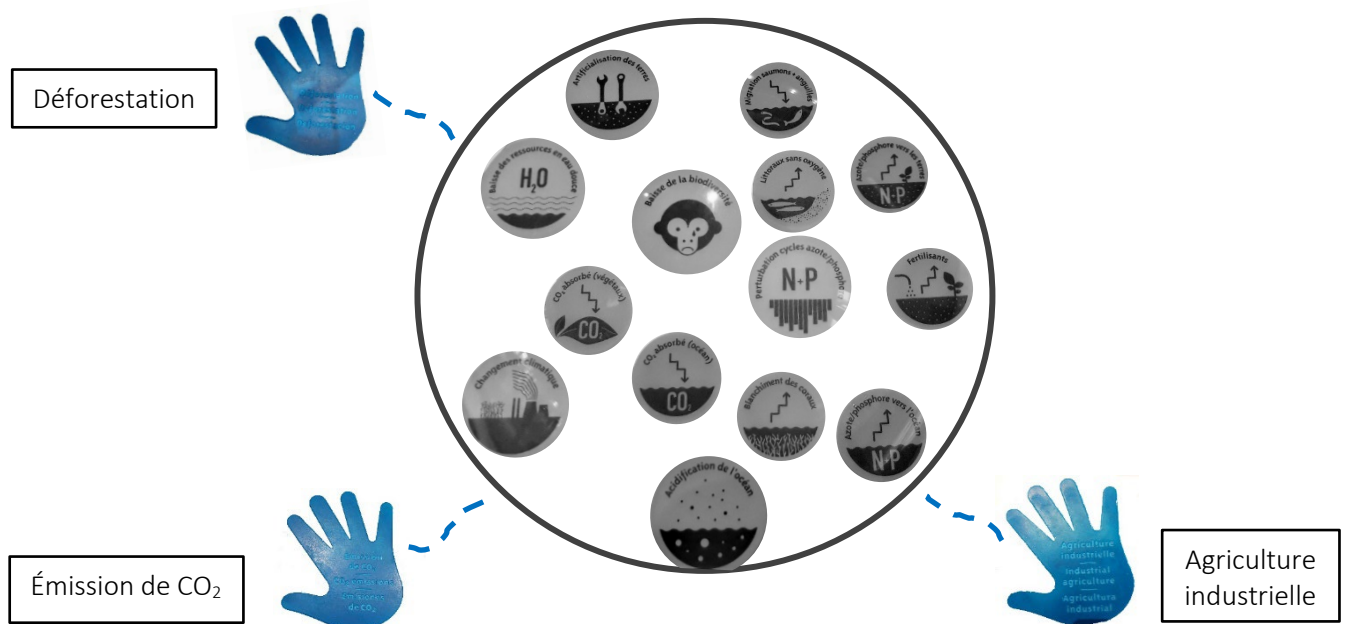
### Rendez-vous à la table d'exposition « L'action de l'Homme sur la biosphère »

La biosphère, c'est l'ensemble des êtres vivants et des écosystèmes sur Terre. Prenez connaissance des éléments inscrits sur chaque pic de ce dispositif : chacun d'eux correspond à une limite planétaire. Ce sont les seuils que l'humanité ne doit pas dépasser pour ne pas compromettre les conditions favorables dans lesquelles elle a pu se développer et pour pouvoir durablement vivre dans un écosystème sûr.

Posez votre main sur chacun des 3 facteurs de déséquilibre :

- Agriculture industrielle
- Déforestation
- Émission de CO<sub>2</sub>

Représentez ces conséquences sur l'illustration ci-dessous en poursuivant les traits en pointillés et en reliant les différentes limites dépassées lors de l'activation de chacun des trois facteurs :



Quelles sont les conséquences de ces facteurs sur les limites planétaires ?

.....

.....

Si un élément de la BIOSPHERE est perturbé, d'autres peuvent être impactés, par effet ricochet. Toute la biosphère peut alors être déséquilibrée, provoquant ainsi un dépassement des limites planétaires.

La **COOPÉRATION**, les éléments **CHNOP**, le **CYCLE** de la vie, la **PHOTOSYNTHÈSE** et la **BIOSPHERE**, sont quelques-uns des mots-clés qui définissent le « cahier des charges du vivant » guidant la démarche bio-inspirée.

C'est en essayant de répondre à chacun des points de ce cahier des charges lors de nos activités humaines que notre espèce sera vraiment durable et résiliente, c'est-à-dire qu'elle sera capable de s'adapter aux perturbations, au changement.

## ❖ La voie de la bio-inspiration

Les voies de la bio-inspiration sont multiples et prometteuses. Face aux défis environnementaux du XXI<sup>e</sup> siècle, elles permettent d'imaginer **des solutions innovantes, durables et respectueuses de la planète** dans de nombreux domaines. Découvrez quelques exemples de solutions bio-inspirées :

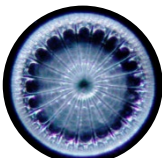


Rendez-vous à la table d'exposition « Inventer une nouvelle chimie »

- 1 – Touchez chaque moulage pour les découvrir.
- 2 – Touchez en même temps le moulage d'un organisme vivant (en vert) et un produit bio-inspiré (en bleu). Si l'association est juste, un petit film d'animation se lancera : il décrit son processus de fabrication et la démarche de bio-inspiration.

Reliez ci-dessous l'organisme et le produit bio-inspiré associé, puis dessinez dans l'encadré le matériau bio-inspiré.

Organismes vivants



Produits bio-inspirés



Matériaux bio-inspirés



La chimie classique industrielle repose sur une chimie à haute température et/ou haute pression, utilisant des substances chimiques qui deviennent toxiques et non recyclables et sont parfois issues de ressources rares. Ces procédés consomment beaucoup d'énergie, dégagent du dioxyde de carbone dans l'atmosphère et polluent. S'inspirer des processus utilisés dans le vivant permet de repenser toute la chimie.



## Rendez-vous à la table d'exposition « Le coût du clic ».

Avez-vous une idée du coût énergétique de vos usages informatiques ? Grâce au multimédia proposé, retrouvez la quantité de CO<sub>2</sub> émis lors de l'envoi et du stockage d'un fichier numérique. Retrouvez ensuite la solution bio-inspirée qui limiterait le coût énergétique de cet usage.

Le coût énergétique de l'envoi par mail et du stockage pendant un an :

- d'un fichier texte : ..... en g de CO<sub>2</sub> émis
- d'une photo : ..... en g de CO<sub>2</sub> émis
- d'une vidéo courte : ..... en g de CO<sub>2</sub> émis

Quelle solution bio-inspirée pourrait-on utiliser ?

.....

.....

.....

**Le coût du numérique est important : la fabrication des produits électroniques implique des métaux rares et difficiles à recycler, et le stockage de l'information dans de gigantesques serveurs à travers le monde consomme de grandes quantités d'énergie.**

**Des techniques innovantes bio-inspirées sont envisagées mais restent encore trop complexes et coûteuses. Cependant, pour stocker de l'énergie, la sobriété (utiliser avec modération) reste la première solution bio-inspirée à adopter.**



## Rendez-vous à la table d'exposition « Sortir des énergies fossiles ou toxiques »

À 2 ou 3 élèves, répondez au quiz et découvrez des solutions bio-inspirées pour produire une énergie propre.

Reliez ensuite au moins un organisme vivant ci-dessous à la caractéristique qui le rend intéressant pour produire de l'énergie puis à une application concrète.

### Organismes vivants

### Production d'énergie

### Matériaux bio-inspirés



- Microalgues •

- Petits pois •

- Lâcher de ballons sur mars •

- Il produit une chaleur supérieure à 100°C •

- Il produit de l'hydrogène par photosynthèse •

- La nuit, il émet des rayonnements infrarouges par fluorescence •

- La production d'hydrogène à grande échelle

- Des capsules de microalgues à avaler pour produire nous-même de l'hydrogène

- Des batteries de microalgues pour remplacer les batteries actuelles



### Organismes vivants

- Des rations de petits pois sous vide
- La forêt vue par une mouche
- Des cellules végétales



### Production d'énergie

- Ils convertissent le rayonnement solaire en électricité
- Ils convertissent le rayonnement solaire en eau
- Ils convertissent l'énergie du vent en sève

### Matériaux bio-inspirés

- Une peau qui bronze plus vite
- Un nouveau type de panneau photovoltaïque
- Une éolienne qui tourne plus vite quand il fait beau

Pour obtenir de l'énergie, nous brûlons du pétrole, du charbon, du gaz naturel. En plus d'émettre du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, ces combustions polluent l'air. Le nucléaire rejette moins de gaz à effet de serre que les énergies fossiles mais présente d'autres enjeux : la gestion des déchets, le coût de mise en marche et les risques en cas d'accidents.

Il est temps de réfléchir à produire de l'énergie propre, durable et locale.

De nombreuses solutions bio-inspirations sont possibles pour diversifier nos sources d'énergie, apprendre à la stocker pour ne s'en servir que lorsqu'il y a besoin.



### Rendez-vous vers la table d'exposition « Vers une agriculture durable »

Il s'agit de convertir une exploitation en monoculture en exploitation en polyculture. Pour cela, il vous faut choisir ce que vous voulez cultiver et à quel endroit.

Positionnez vos cultures et élevages sur le paysage. Lorsque vous serez parvenu à une proposition diversifiée, riche en biodiversité et préservant les sols, reliez les cultures et élevages ci-dessous à l'endroit du paysage choisis en traçant une flèche :



Pour assurer la diversité alimentaire tout en préservant la terre, il est nécessaire de tenir compte des équilibres de la nature et de viser à plus de coopération entre les cultivateurs, les êtres vivants et la biosphère. C'est ce qu'on appelle l'agroécologie.

Une exploitation agricole peut ainsi préserver les sols, augmenter la biodiversité et être économiquement viable et résiliente, c'est-à-dire qu'elle sera capable de s'adapter aux perturbations et aux changements.

Poursuivez et terminez votre visite en descendant sous la serre. Vous découvrirez alors le film « La voie est ouverte ».

Dans la salle en face, à travers le film « Atterrir », vous découvrirez la façon dont d'autres peuples considèrent le vivant.

Votre visite sur la voie de la bio-inspiration arrive à sa fin dans cette exposition. Mais sa découverte se prolongera au-delà, nous l'espérons.

Notez ci-dessous ce que vous avez ressenti lors de cette visite. Avez-vous été étonnés, émerveillés, avez-vous découvert de nouvelles choses ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# **cité**

## **sciences et industrie**

### Crédits

#### CONCEPTION DU PARCOURS

Valérie Beyssat : professeure relais en Sciences de la Vie et de la Terre

Christelle El Jamali : chargée d'ingénierie de formation, département éducation et formation

#### PARTICIPATION A LA CONCEPTION

Hélène Malcuit : chargée de projets et de médiation, département éducation et formation

 quipe des médiateurs·trices vivants et environnement : Graziela Burchard, Audrey Laurent,  
Maël Dang-Van-Sung

#### ILLUSTRATIONS

Schéma du recyclage de la matière organique : Schoolmov

Schéma de la photosynthèse et de la respiration : BioRender