

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →  **Observation**  **Espèces**  **Milieu naturel**

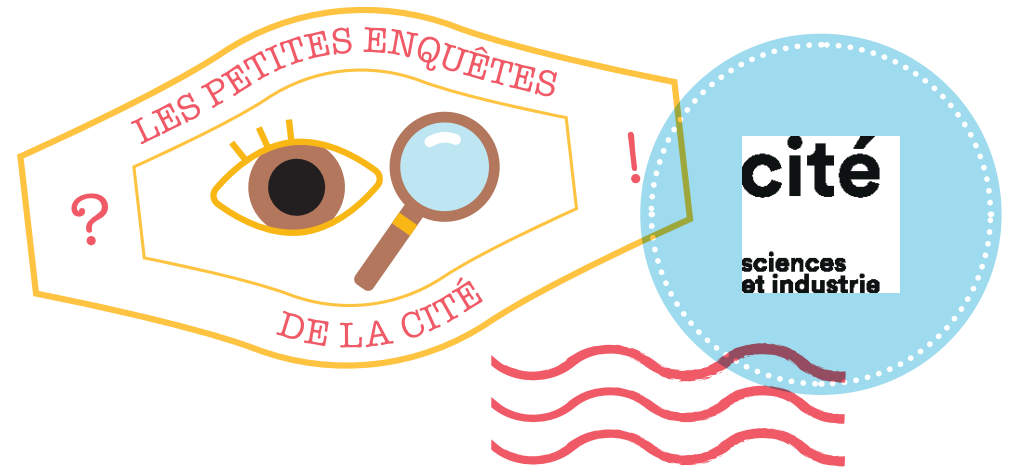
## Mes notes

Dans cette reconstitution d'un récif corallien, on peut observer entre 15 et 20 espèces de coraux, et une vingtaine d'espèces de poissons (plus une anémone). Toutes les espèces sont indiquées sur les planches rangées dans le casier devant l'aquarium.

**Observer attentivement les espèces visibles à l'œil nu dans la reconstitution d'un écosystème, un récif corallien.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ **Que ressentez-vous quand vous observez le récif corallien ?**



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête BI001

## Observation du récif corallien

Plongez votre regard au cœur de l'écosystème du récif corallien.

→ **Combien d'espèces de coraux et combien d'espèces de poissons voyez-vous ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**

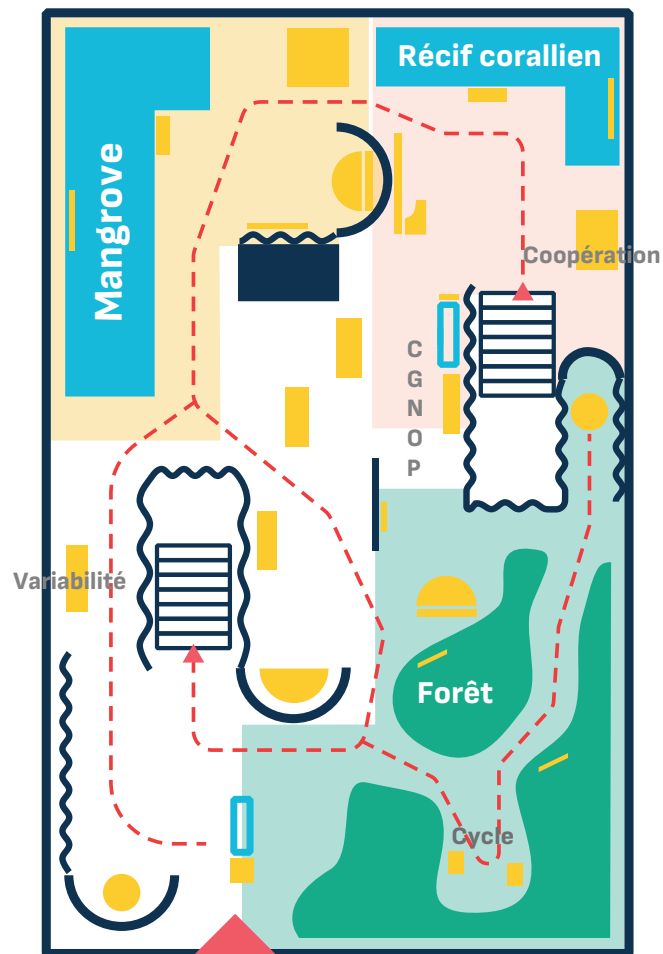


## PLAN D'EXPOSITION



Bio-inspirée

Choisissez un corail.  
Dessinez-le ou prenez-le en photo et  
dites à quoi il vous fait penser.



### Rappel

Plongez votre regard au cœur de l'écosystème du récif corallien.

→ **Combien d'espèces de coraux et combien d'espèces de poissons voyez-vous ?**

Entourez sur le plan  
ce qui vous plaît ou vous  
étonne dans l'exposition.

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →  **Observation**  **Espèces**  **Milieu naturel**

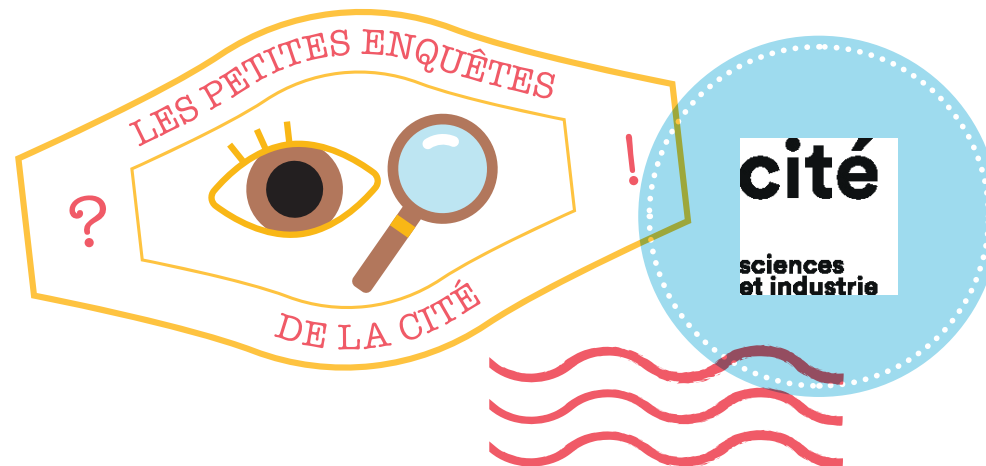
## Mes notes

La mangrove est un écosystème entre terre et mer, avec des parties immergées et des parties hors de l'eau. Ici on ne peut voir qu'une espèce végétale, les palétuviers, qui forment une forêt les pieds dans l'eau salée. On peut identifier une dizaine d'espèces de poissons. Les planches rangées dans le casier devant la vitrine peuvent aider à voir les sauteurs de vase atlantique. Ces poissons particuliers se déplacent en rampant. Vous aurez peut-être aussi repéré la bouche de la murène, qui s'ouvre et se ferme.

**Observer attentivement les espèces visibles à l'œil nu dans la reconstitution d'un écosystème, une mangrove.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ **Un poisson particulier attire peut-être votre attention : comment se déplace-t-il ?**



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête B1002

## Observation de la mangrove

Approchez de la mangrove.

→ **Qu'est-ce qui fait la spécificité de cet écosystème ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**

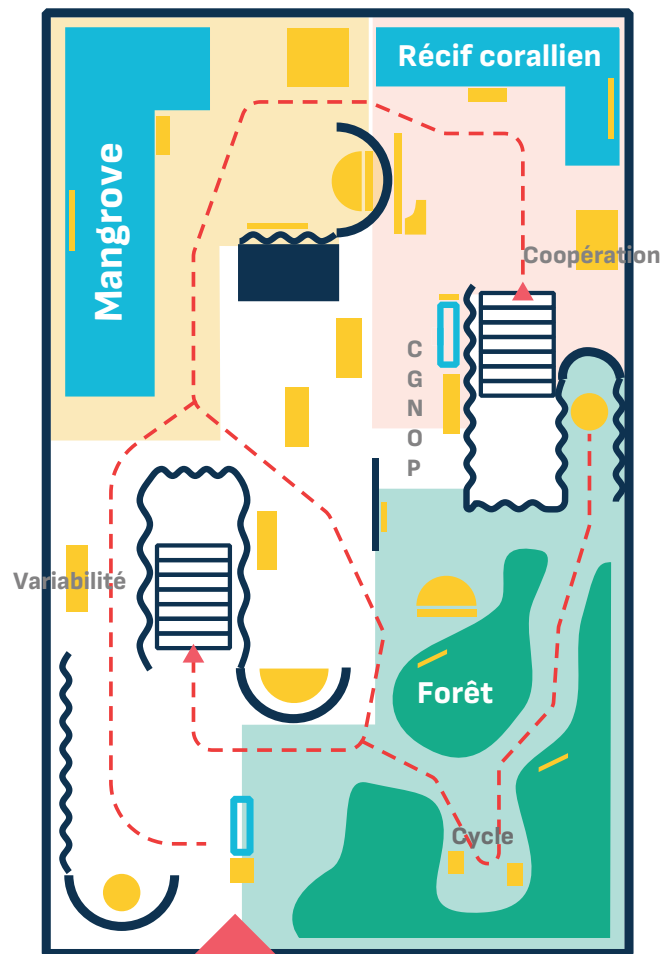


## PLAN D'EXPOSITION



*Bio-inspirée*

Indiquez le nombre d'espèces végétales et le nombre d'espèces animales que vous voyez dans la mangrove.



### Rappel

Approchez de la mangrove.

→ Qu'est-ce qui fait la spécificité de cet écosystème ?

Entourez sur le plan ce qui vous plaît ou vous étonne dans l'exposition.

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés → **Cahier des charges** **Equilibre**

## Mes notes

**Coopération** : Le corail est un animal qui s'associe par symbiose à des végétaux unicellulaires, les zooxanthelles, et à des bactéries fixatrices d'azote. Dans l'exposition, on peut voir et toucher des morceaux de corail morts. Ils sont blancs car ils n'abritent plus de zooxanthelles.

**CHNOP** : Plus de 96 % de la matière vivante est issue de l'assemblage d'un petit nombre d'éléments chimiques : carbone (C), hydrogène (H), azote (N, de l'anglais nitrogen), oxygène (O), et phosphore (P), plus une pincée d'atomes supplémentaires.

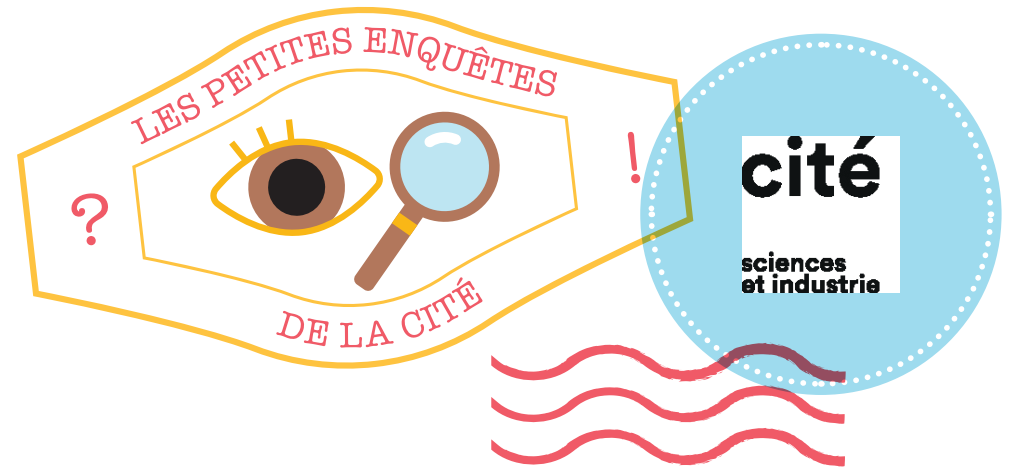
**Cycle** : La notion de déchet n'existe pas dans le vivant. La mort des êtres vivants s'inscrit dans un cycle : la matière organique morte se décompose, et ses éléments chimiques peuvent servir de matière première à un autre être vivant. Le projet de procédé « d'humusation » a pour but de réintégrer les corps humains à ce grand cycle, en les transformant en humus plutôt qu'en les enfouissant ou en les incinérant.

**Variabilité** : La résilience du vivant, c'est sa capacité à s'adapter à des changements de son environnement, capacité capitale pour la survie des espèces car les conditions sur Terre évoluent. Ici on voit qu'une population d'escargots plus diversifiée est plus résiliente et résiste mieux à des stress extérieurs. La diversité génétique d'une espèce est un atout fort pour sa résilience.

**Appréhender la notion de cahier des charges du vivant sur laquelle s'appuie l'exposition Bio-inspirée.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ Est-ce qu'un des points du cahier des charges du vivant vous semble plus facile à respecter qu'un autre ?



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête BI003

## Cahier des charges

→ Quels points de fonctionnement du vivant retiennent votre attention ? Pourquoi ?

Vos premières idées avant d'enquêter

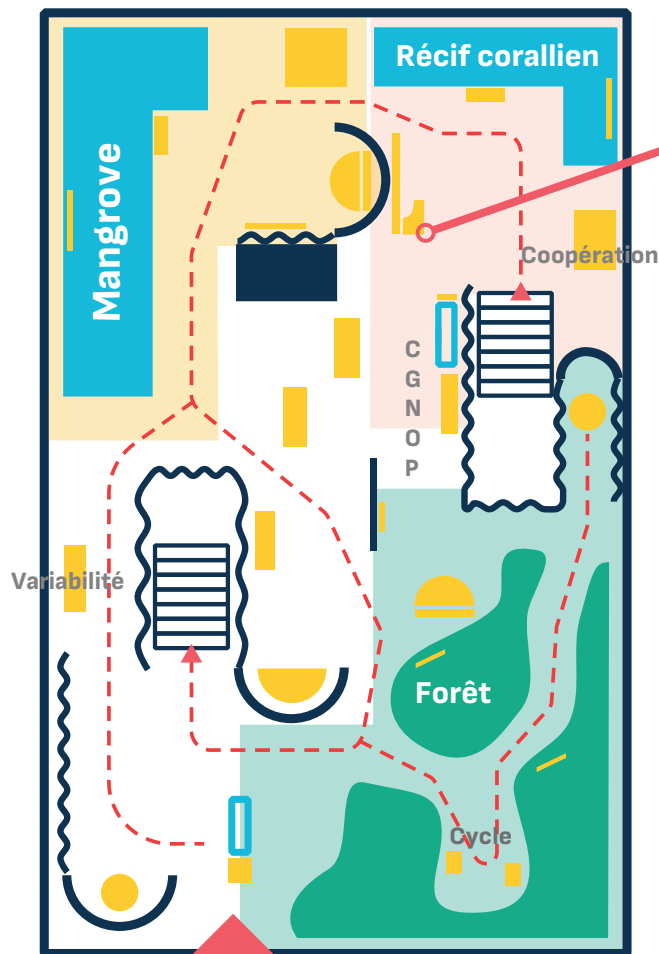


# PLAN D'EXPOSITION



Bio-inspirée

Choisissez un point du « cahier des charges du vivant » parmi les 4 suivants et expliquez-le : coopération, CHNOP, cycle et variabilité.



## Rappel

→ Quels points de fonctionnement du vivant retiennent votre attention ? Pourquoi ?

Entourez sur le plan ce qui vous plaît ou vous étonne dans l'exposition.

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →  **Compétition**  **Coopération**  **Entraide**

## Mes notes

La coopération est une des réponses à la compétition biologique qui s'exerce sur les êtres vivants. Elle leur permet de mieux se reproduire, se protéger, se nourrir, innover, etc.

La symbiose est un accord à vie entre espèces différentes. Chacune en tire bénéfice et elles ne peuvent vivre l'une sans l'autre.

Avec le mutualisme, l'aide est réciproque, mais les deux espèces peuvent vivre l'une sans l'autre... quoique moins bien. Plantes et insectes s'associent : les fleurs sont source de nourriture, et en les pollinisant, les insectes permettent aux plantes de se reproduire plus facilement. Le requin et le labre nettoyeur échange nourriture contre soin : le labre nettoyeur mange les parasites et la peau morte du requin, et ce faisant le nettoie.

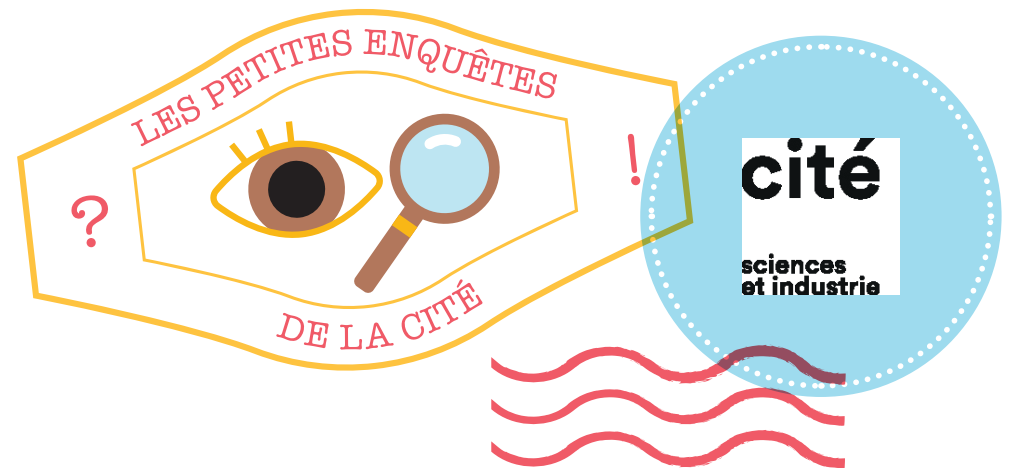
La coexistence permet de se tolérer sur un même territoire.

Ainsi, la coopération sous toutes ses formes nous environne, à commencer par les relations symbiotiques que le corps humain entretient avec les innombrables bactéries de son microbiote.

**Décrire plusieurs formes de coopération au sein du monde vivant.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ **Savez-vous que les êtres humains vivent en symbiose avec des bactéries intestinales ? Comment nomme-t-on cet ensemble de**



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête B1004

## Entraide versus compétition

La compétition est présente dans les sociétés humaines et parmi les autres êtres vivants, pour occuper un milieu ou trouver des ressources alimentaires.

→ **Comment le vivant s'est-il organisé pour faire face à cette compétition biologique ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**

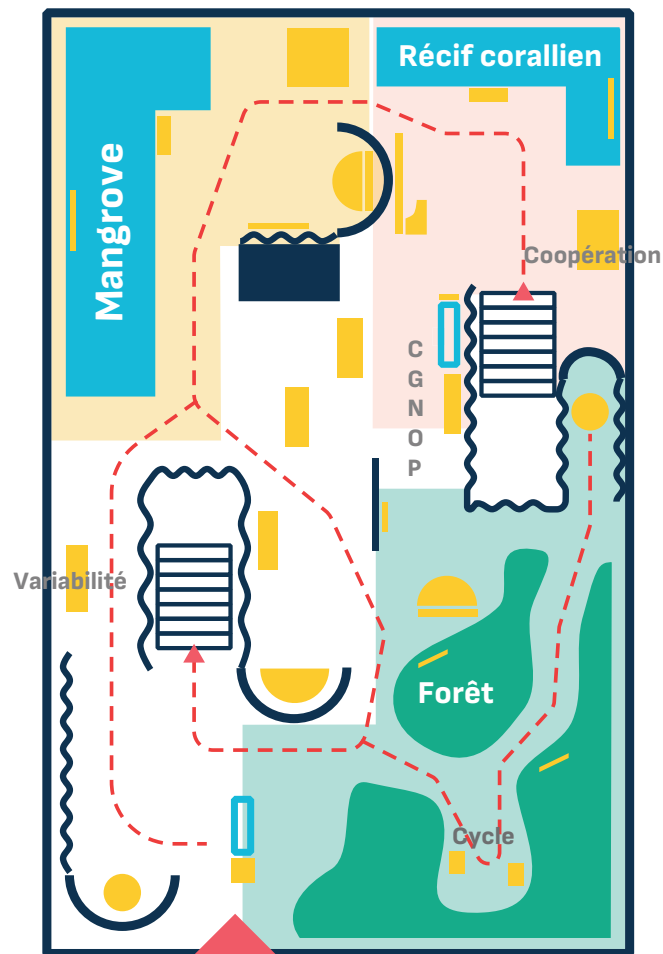


## PLAN D'EXPOSITION



*Bio-inspirée*

Il existe de multiples formes de coopération : cherchez et décrivez 2 ou 3 exemples, en citant les espèces végétales ou animales impliquées.



### Rappel

La compétition est présente dans les sociétés humaines et parmi les autres êtres vivants, pour occuper un milieu ou trouver des ressources alimentaires.

→ **Comment le vivant s'est-il organisé pour faire face à cette compétition biologique ?**

Entourez sur le plan ce qui vous plaît ou vous étonne dans l'exposition.

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →  **Fabrication**  **Cahier des charges**  
 **Respect de l'environnement**

## Mes notes

Voici les questions que l'on peut lire sous les différents points du cahier des charges du vivant à l'entrée de l'exposition :

- CHNOP : la matière (celle qui constitue les smartphones par exemple) est-elle « CHNOP » et abondante ?
- Cycle : s'il y a des déchets, sont-ils réutilisables ou recyclables ?

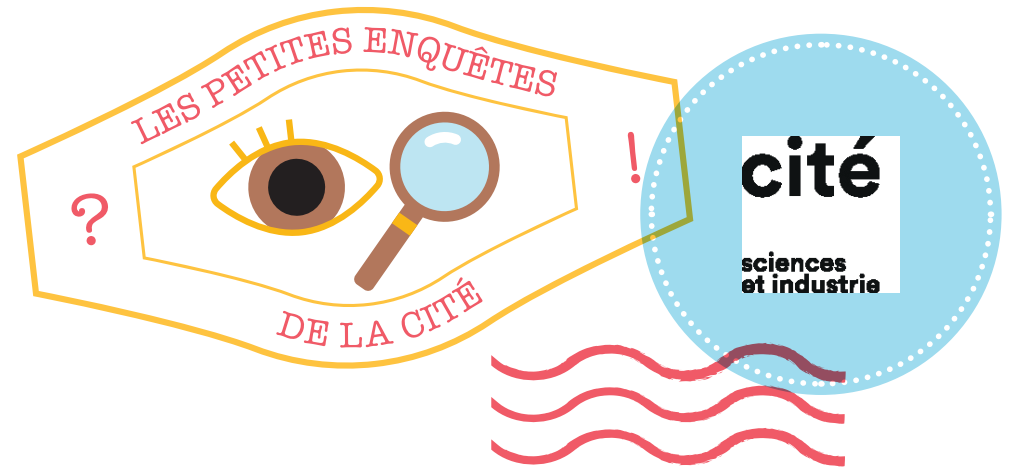
Un téléphone portable contient beaucoup de métaux, peu recyclables et dont un certain nombre sont en cours d'épuisement sur Terre, comme l'yttrium ou l'indium : il ne respecte donc ni le point « CHNOP » ni le point « Cycle » du cahier des charges du vivant.

De la même façon, la plupart des objets que nous produisons ne remplissent pas tous les points du cahier des charges du vivant. Les humains ont une fâcheuse tendance à s'accaparer les ressources naturelles, et à générer des pollutions de toutes sortes.

**Analyser certaines caractéristiques d'un objet d'usage courant.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ **D'où proviennent les métaux nécessaires à la fabrication des smartphones ?**



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête BI005

## Smartphone et environnement

→ **Les objets produits par nos industries, par exemple les smartphones, répondent-ils au cahier des charges du vivant, c'est-à-dire à l'ensemble des conditions qui lui permettent de fonctionner harmonieusement et durablement ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**

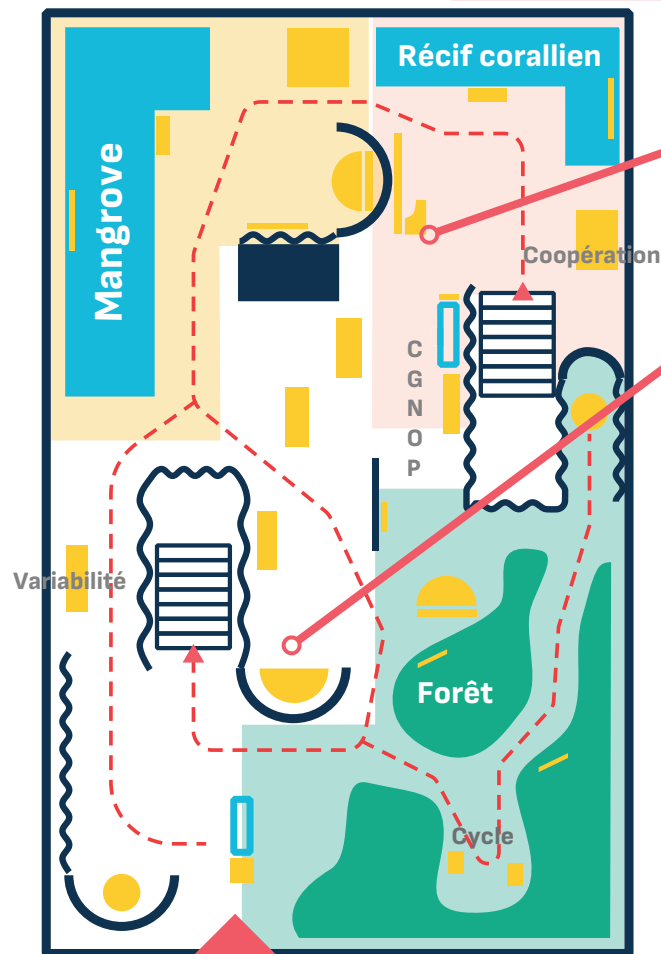


## PLAN D'EXPOSITION



*Bio-inspirée*

Consultez le cahier des charges du vivant à l'entrée de l'exposition, et les dispositifs CHNOP et Outils numériques. Le smartphone réunit de multiples fonctions en un seul objet. Indiquez pourquoi il remplit ou non les points CHNOP et cycle du cahier des charges du vivant.



### Rappel

→ Les objets produits par nos industries, par exemple les smartphones, répondent-ils au cahier des charges du vivant, c'est-à-dire à l'ensemble des conditions qui lui permettent de fonctionner harmonieusement et durablement ?

Entourez sur le plan ce qui vous plaît ou vous étonne dans l'exposition.

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →  **Dégradation**  **Décomposition**  **Cycle**

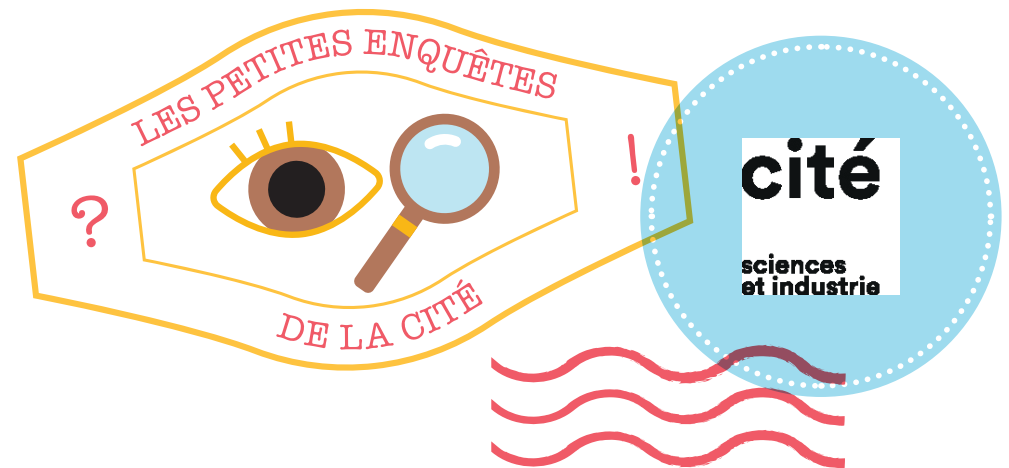
## Mes notes

Les écosystèmes naturels ne produisent pas de déchets : ils fonctionnent de manière cyclique entre organismes vivants et morts. Les plantes (ou les animaux), une fois mortes, constituent la nourriture d'animaux, de champignons et de bactéries qui vivent sur et dans le sol, et qui les décomposent et les transforment en humus. D'autres plantes puisent ensuite dans l'humus des ressources essentielles pour vivre et se développer. Pour nous débarrasser de nos déchets, nous les jetons à la poubelle. Ils seront ensuite incinérés ou enfouis, mais une grande partie nous échappe, comme l'atteste l'accumulation de déchets plastiques dans les océans, surnommée le 6e continent.

**Comprendre le fonctionnement cyclique d'un sol forestier et le rattacher à la notion de cahier des charges du vivant.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ **Que deviennent les déchets produits par les reconstitutions de récif coralien et de mangrove du musée ?**



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête BI006

## Déchets en vue

→ **Sans intervention humaine, que deviennent les déchets végétaux de la forêt ? A quel point du cahier des charges du vivant cette gestion des déchets répond-elle ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**

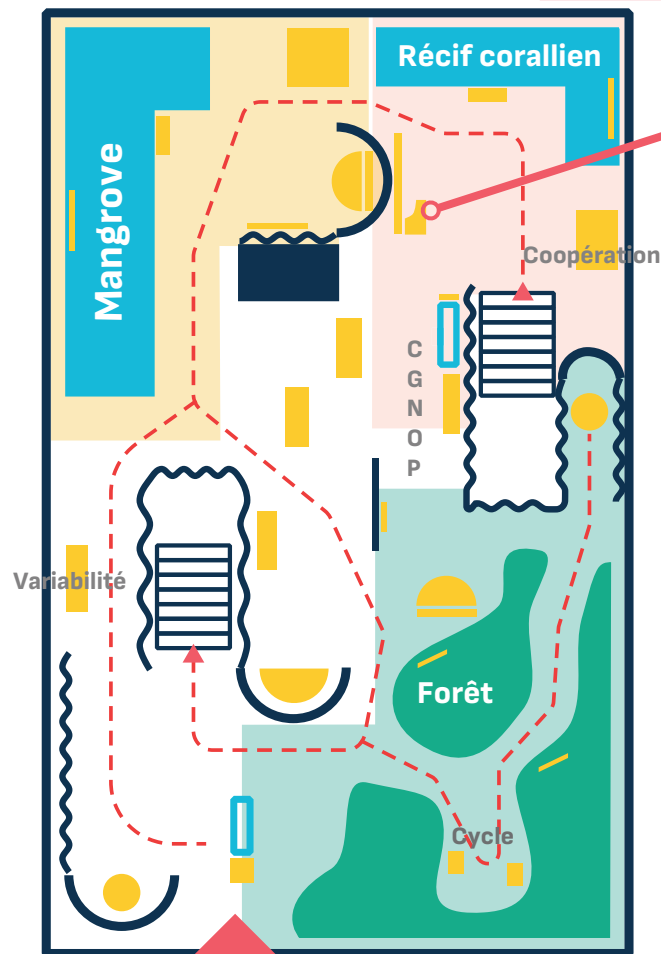


## PLAN D'EXPOSITION



*Bio-inspirée*

Consultez le cahier des charges du vivant à l'entrée de l'exposition, et visitez la partie « Sol forestier sous chênes verts » (Forêt). Il y a un écran devant le sol forestier : en cliquant sur le point d'interrogation en bas à droite de l'écran, vous pouvez voir une vidéo intéressante.



### Rappel

→ Sans intervention humaine, que deviennent les déchets végétaux de la forêt ? A quel point du cahier des charges du vivant cette gestion des déchets répond-elle ?

Entourez sur le plan ce qui vous plaît ou vous étonne dans l'exposition.

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →  **Récif corallien**  **Mangrove**  **Menaces**

## Mes notes

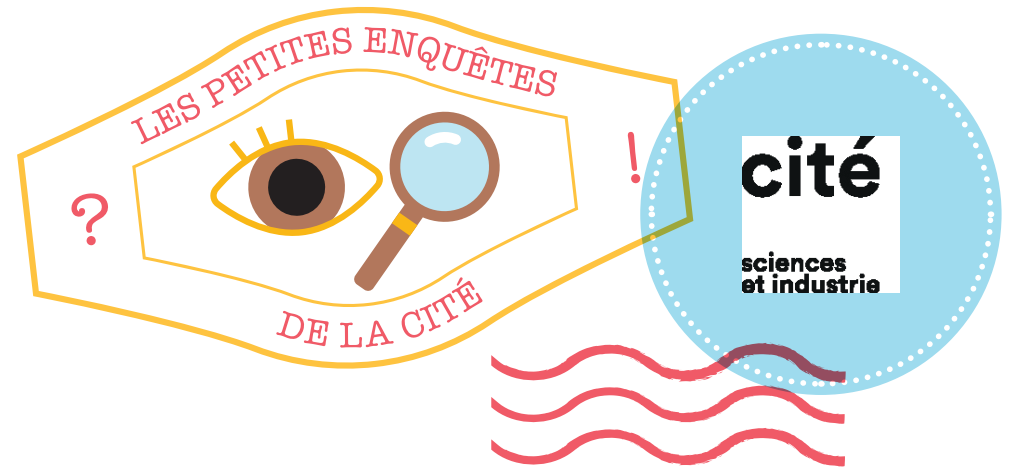
Les activités humaines réduisent les espaces des écosystèmes de la mangrove et de la forêt : on coupe beaucoup de bois pour se chauffer, construire des bâtiments ou pratiquer l'agriculture là où avant il y avait une forêt. Le récif corallien souffre, lui, des variations de température liées au dérèglement climatique, et de l'acidification des océans provoquée par l'augmentation de la quantité de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère.

Or tous ces écosystèmes participent à l'équilibre de l'écosystème Terre. La mangrove protège les côtes des tempêtes et de l'érosion, elle stocke du CO<sub>2</sub> et abrite oiseaux, poissons et crustacés. Le corail abrite de nombreuses espèces et fait barrière aux tempêtes et à la montée des eaux. Les sols forestiers régulent la qualité des cours d'eau et stockent d'énormes quantités de carbone.

**Comprendre en quoi les activités humaines peuvent avoir des effets néfastes sur l'environnement.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ **Pourquoi est-il important de préserver les écosystèmes terrestres, et plus globalement, de préserver l'écosystème Terre ?**



*Vous visitez l'exposition Bio-inspirée – Enquête BI007*

## Menaces sur écosystèmes

Les activités humaines mettent aujourd'hui en péril l'équilibre du grand écosystème Terre.

→ **A l'intérieur de ce grand écosystème, quelles menaces pèsent sur les écosystèmes que sont le récif corallien et la mangrove ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**

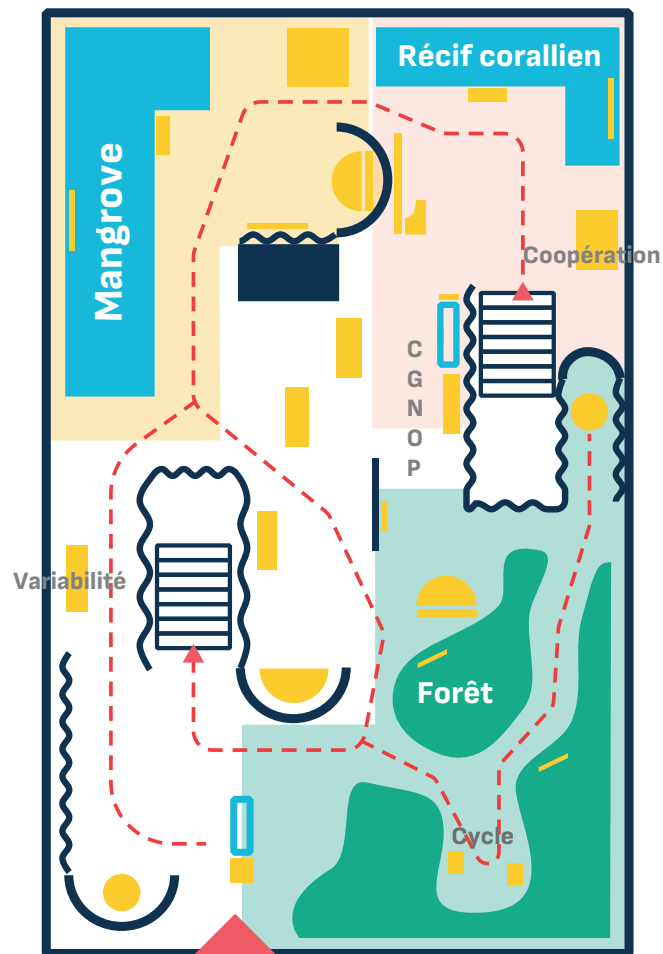


## PLAN D'EXPOSITION



Bio-inspirée

Visitez les parties « Récifs coralliens »  
et « Mangrove ».



### Rappel

Les activités humaines mettent aujourd'hui en péril l'équilibre du grand écosystème Terre.

→ A l'intérieur de ce grand écosystème, quelles menaces pèsent sur les écosystèmes que sont le récif corallien et la mangrove ?

Entourez sur le plan  
ce qui vous plaît ou vous  
étonne dans l'exposition.

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →  Réacteur à macro-algues  Excréments des poissons  Filtration

## Mes notes

Les excréments des poissons contiennent des nitrates et des phosphates. Dans la mer, ils sont dispersés par les courants. Dans l'aquarium, l'accumulation de ces nitrates et phosphates peut devenir nocive pour les espèces présentes. Elle favorise notamment la prolifération d'algues indésirables. C'est la raison pour laquelle l'aquarium du récif corallien est couplé à un réacteur à macro-algues : l'eau de l'aquarium est filtrée lors de son passage dans le réacteur, nitrates et phosphates sont mangés par les macro-algues.

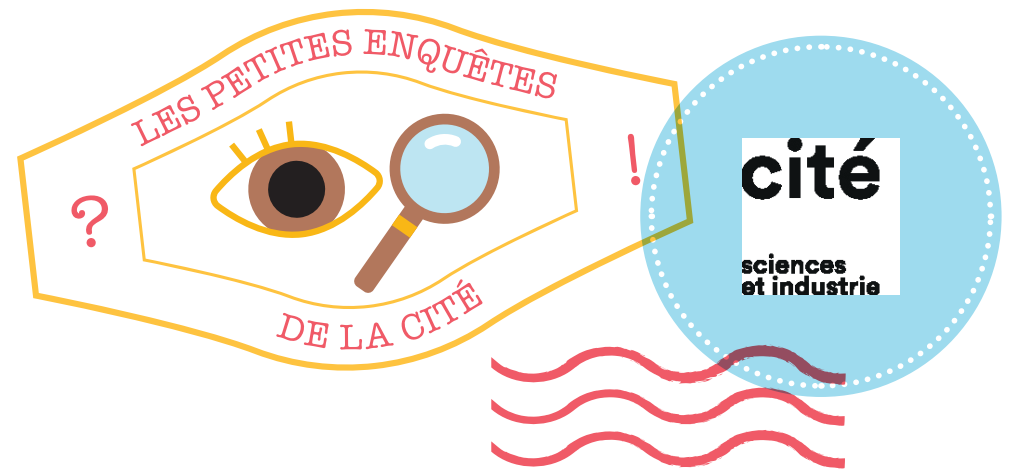
Ce n'est pas mentionné dans l'exposition, mais l'aquarium et la vasière de la mangrove sont liés par un système de marée. Le tout fonctionne comme un circuit en aquaponie. L'eau de l'aquarium, chargée des excréments des poissons, déborde dans la vasière. Les déjections des poissons nourrissent les palétuviers, qui ce faisant filtrent l'eau pour les poissons. L'eau purifiée revient finalement dans l'aquarium, un véritable cercle vertueux.

La question supplémentaire invite à réaliser que les plus grosses espèces de ces écosystèmes naturels ne sont pas présentes, gros poissons ou requins par exemple.

**S'interroger sur le fonctionnement d'écosystèmes reproduits au musée.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ Est-ce que les écosystèmes reconstitués ici sont complets ?



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête BI008

## De vrais écosystèmes ?

L'exposition *Bio-inspirée* présente des reconstitutions d'écosystèmes, mais dans un espace fermé.

→ **Quelles solutions les muséographes ont-ils mises en œuvre pour éviter l'accumulation de déchets organiques ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**

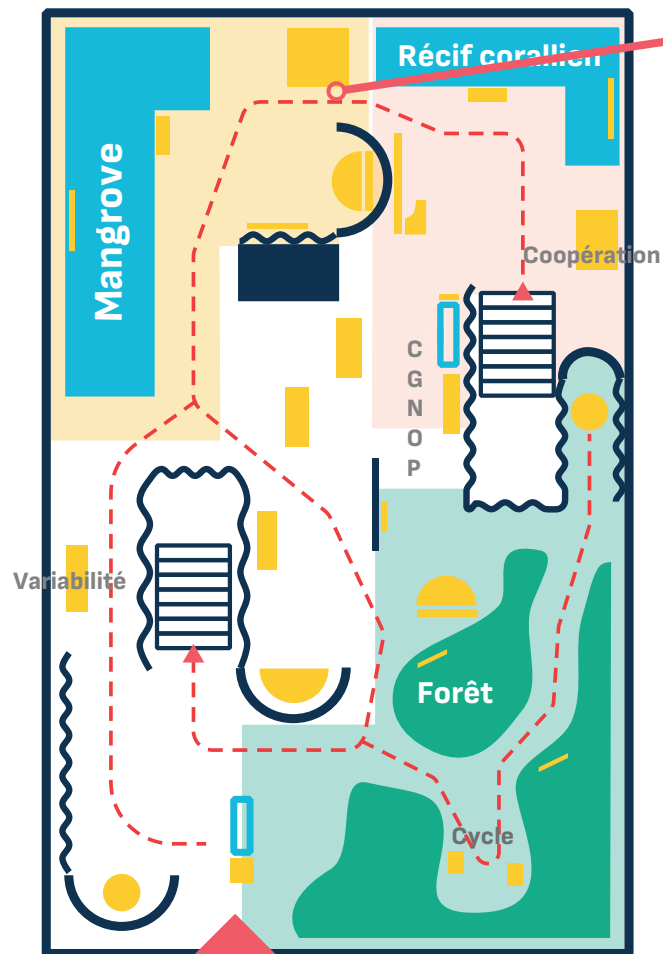


## PLAN D'EXPOSITION



*Bio-inspirée*

Visitez la partie « Récifs coralliens ».



### Rappel

L'exposition Bio-inspirée présentent des reconstitutions d'écosystèmes, mais dans un espace fermé.

→ Quelles solutions les muséographes ont-ils mises en œuvre pour éviter l'accumulation de déchets organiques ?

Entourez sur le plan ce qui vous plaît ou vous étonne dans l'exposition.

Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →

- Observation
- Chimie du vivant
- Chimie douce
- Byssus

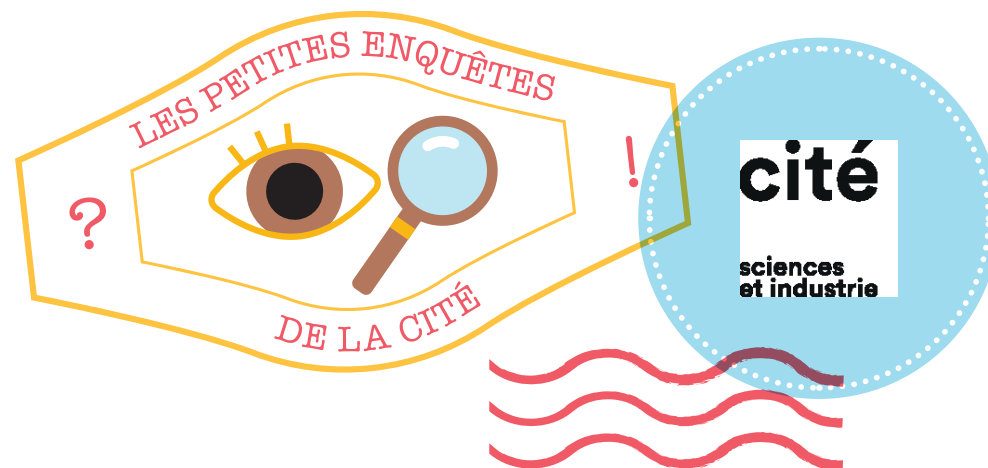
## Mes notes

L'industrie chimique fabrique des peintures, des médicaments, des plastiques... Un grand nombre de procédés chimiques utilisés aujourd'hui sont malheureusement toxiques pour la santé et l'environnement. Des scientifiques souhaitent fabriquer une colle bio-inspirée, respectueuse de la santé et de l'environnement, et efficace même en présence d'humidité. Ils ont regardé de près comment les moules parviennent à rester accrochées très fermement aux rochers, même sous l'assaut des vagues. Qu'en est-il ? Chez la moule, une glande produit des fibres, appelées byssus, qui s'accrochent aux rochers comme des ventouses. Ces fibres sont à la fois fortement adhésives, élastiques et très résistantes, donnant à la moule force et souplesse pour rester arrimée dans les remous. Les scientifiques ont pu reproduire les molécules des fibres de byssus, par des réactions chimiques de polymérisation. Ils ont fait des tests jusqu'à trouver le bon mélange pour une colle efficace.

Extraire d'une vidéo les étapes de conception d'un produit chimique inspiré du vivant.

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ **Connaissez-vous d'autres produits bio-inspirés ?**



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête BI009

## Comme une moule à son rocher

En s'inspirant de la moule, les scientifiques ont inventé un produit plus respectueux de la vie et de la planète.

→ **De quoi s'agit-il ? Comment ont-ils procédé ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**





Pour rédiger la réponse à la question de l'enquête, n'hésitez pas à utiliser ces mots-clés →  **Procédés bio-inspirés**  **Economies d'énergie**  
 **Economies de matière**

## Mes notes

Aujourd'hui, nombre d'immeubles sont encore des passoires énergétiques : ils consomment énormément d'énergie pour le chauffage, la climatisation ou l'éclairage. Le biomimétisme étudie le fonctionnement du vivant pour trouver des solutions, dites bio-inspirées, plus respectueuses de l'environnement, et notamment moins coûteuses en énergie.

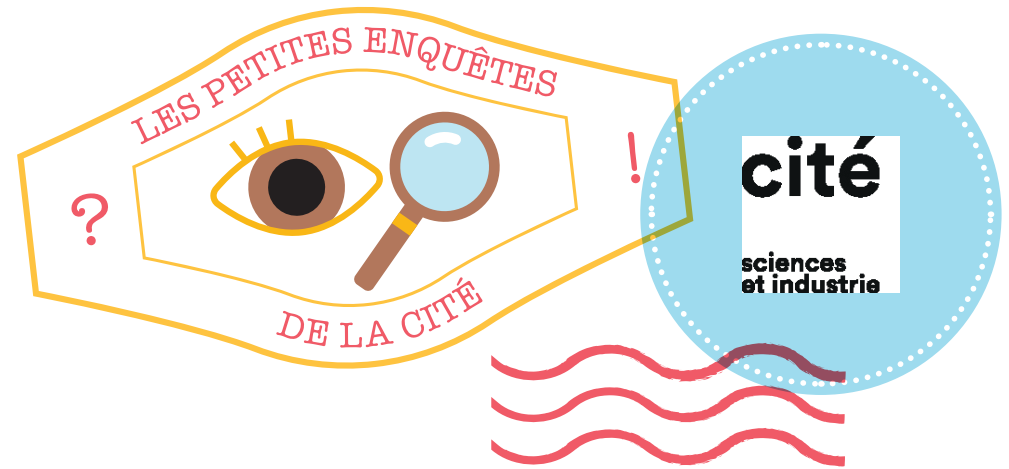
La description de la structure du bâtiment bio-inspiré présenté montre sa sobriété, c'est-à-dire son impact réduit sur l'environnement :

- économies de matière avec des parois plus minces et des structures fines inspirées des os creux des oiseaux et des feuilles de plantes (les fenêtres en triples-vitrages courbes peuvent être plus minces parce qu'elles sont plus rigides).
- économies d'énergie avec : un isolant thermique dans les fenêtres, fibreux et translucide comme le duvet du manchot + des panneaux solaires optimisés sur les toits + des systèmes redirigeant la lumière du jour vers tout le bâtiment, inspirés des poissons revenants et de feuilles de plantes + une grande voûte vitrée qui laisse entrer la lumière du jour, inspirée du squelette de l'oursin, solide et léger + une ventilation naturelle inspirée des termitières, qui assure un confort thermique toute l'année sans dépense d'énergie.
- économies de transport par l'assemblage sur place de différents éléments du bâtiment.

**Repérer sur un bâtiment des points techniques qui répondent à un cahier des charges.**

Une réponse peut mener vers d'autres questions

→ **Connaissez-vous d'autres techniques bio-inspirées ?**



Vous visitez l'exposition *Bio-inspirée* — Enquête BI010

## Architecture bio-inspirée

→ **Comment une architecture bio-inspirée peut-elle mieux répondre au cahier des charges du vivant ?**

**Vos premières idées avant d'enquêter**

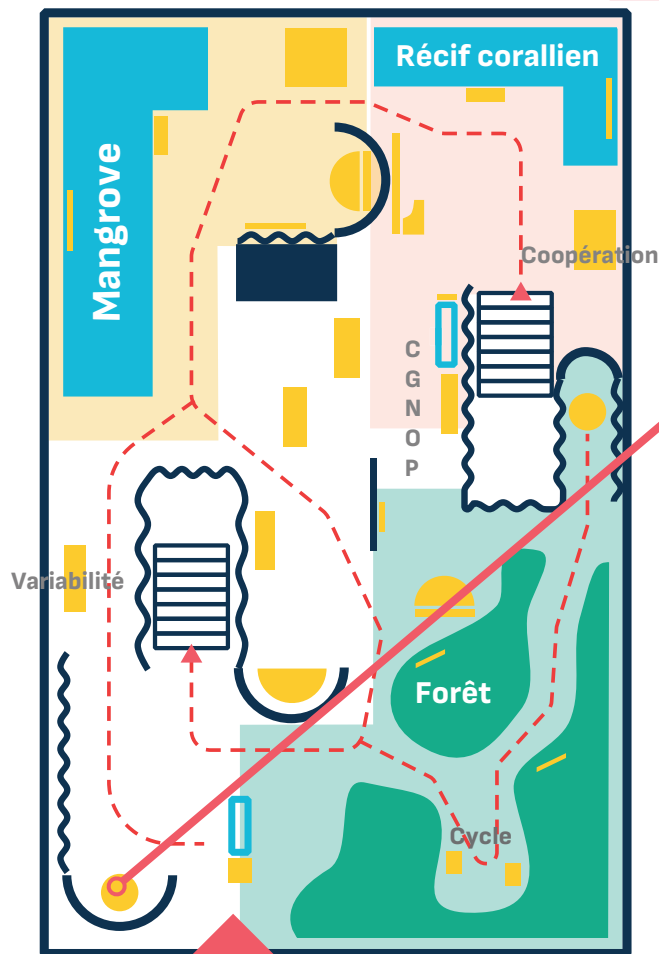


PLAN D'EXPOSITION



Bio-inspirée

Trouvez 4 points qui permettent de dire que cette structure, le Biomimetic Office Building, limite son impact environnemental pour sa fabrication et son fonctionnement.



Rappel

→ Comment une architecture bio-inspirée peut-elle mieux répondre au cahier des charges du vivant ?

Entourez sur le plan ce qui vous plaît ou vous étonne dans l'exposition.