



Crédit photographie : Gabriel Barathieu

KIT D'ANIMATION



Découverte des récifs coralliens de Mayotte et sensibilisation aux enjeux de leur préservation

Réalisé avec le soutien financier de l'Office Français de la Biodiversité



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ





Avant-propos

KARECOMAO est né du constat que peu d'outils de ce type existaient pour accompagner les équipes éducatives et acteurs locaux de la sensibilisation à la protection du milieu marin, plus particulièrement pour faire découvrir la richesse et l'importance et des récifs coralliens de Mayotte.

Deep Blue Exploration, association mahoraise d'exploration, d'étude et de protection des récifs coralliens, s'est associée à son partenaire Koural, association spécialisée dans l'éducation et la sensibilisation à l'environnement marin, pour la création d'un ensemble de jeux et d'outils pédagogiques regroupés au sein de ce kit. Il s'adresse tout particulièrement aux enfants âgés de 8 à 10 ans (niveau scolaire CM1-CM2-6^{ème}), mais peut également être utilisé pour des animations auprès d'un public plus âgé.

Un grand merci à l'Office Français de la Biodiversité et TeMeUm pour leur soutien financier, mais également l'ensemble des bénévoles qui ont contribué à la création de KARECOMAO :

- Manuel Drouin (gestion et réalisation du projet, graphisme et ingénierie pédagogique),
- Dr. Dwi Haryanti (illustrations),
- Gabriel Barathieu (photographies),
- Pauline Bosserelle (photographies),
- Dr. Héloïse Rouzé (appui scientifique),
- Pr. Michel Pichon (appui scientifique).

Merci également à Manuella Grimault pour ses conseils et Pauline Le Marrec pour sa contribution.

Contenu du kit

Chaque kit intègre les éléments suivants :

	Nom	Objectif	Description
1	DIVERSIO	Prendre conscience de la biodiversité chez les coraux	3 boîtes de cartes
2	SYMBIO	Découvrir les écosystèmes récifaux, au travers des associations symbiotiques	3 boîtes de cartes
3	MANERCO	Comprendre la naissance et l'évolution d'un récif corallien	1 maquette NOTA : exemplaire unique disponible auprès de Deep Blue Exploration
4	SERMENO	Identifier les services et menaces liés aux récifs coralliens	2 tableaux magnétiques et 1 boîte de 21 étiquettes magnétiques
5	LUMINO	Construire l'équation de la photosynthèse chez les coraux	1 boîte de 13 étiquettes magnétiques
6	Mise en évidence de la photosynthèse	Comprendre le rôle de la photosynthèse chez les coraux (en association avec LUMINO)	1 fiche expérience
7	Effet de l'acidification des océans sur le squelette du corail	Comprendre l'effet de l'acidification des océans sur le squelette des coraux	1 fiche expérience
8	Modèle en 3D d'un corail	Découvrir ce qu'est un corail	5 modèles 3D de polype

**FICHES
ANIMATIONS
DES OUTILS**

1 DIVERSIO : la biodiversité chez les coraux			
Matériel		Durée	15-20 min
1 boîte du jeu de cartes DIVERSIO pour environ 10 participants		Nb animateur	1
		Niveau	A partir du CM1
		Lancement du jeu	
<p>Organiser les participants en petits groupes (idéalement de 3 ou 4 participants pour faciliter les interactions).</p> <p>Distribuer à chaque groupe de participant un exemplaire de chacune des 14 cartes numérotées du jeu.</p> <p>Demander aux participants d'identifier si sur chaque carte la photo correspond à un corail ou non, et pour les coraux leur demander de trouver le surnom qui est associé à celui-ci en fonction de sa ressemblance avec un élément connu.</p> <p>Ex : le corail orgue a une forme qui rappelle celle de l'instrument de musique.</p>			
Réponses			
Après quelques minutes, l'animateur commente chacune des cartes devant l'ensemble des participants répondant aux deux questions posées et en apportant les compléments d'informations ci-dessous.			
Carte n°	Corail ?	Surnom	Informations
1	Oui : Corail mou	Corail arbre (forme)	Son corps est translucide (il peut laisser passer la lumière). Il peut vivre très profond, car il n'a bien souvent pas besoin de lumière pour vivre.
2	Oui : Corail	Corail noir (couleur de son squelette), surnommé corail fouet lorsqu'il a une forme de fouet (comme ici sur la photo)	Il peut vivre très profond, car il ne dépend pas de la lumière pour vivre. La couleur noire de l'eau sur la photo permet d'ailleurs de juger de la grande profondeur à laquelle elle a été prise.
3	Non : Eponge barrique		Contrairement aux coraux, les éponges filtrent l'eau pour se nourrir. Les éponges ne dépendent pas de la lumière du soleil pour vivre. On les retrouve depuis la surface jusque dans les profondeurs.
4	Oui : Corail dur	Corail patate (forme)	Très solide, il fait partie des coraux bâtisseurs de récifs, car il est très résistant aux vagues et aux courants. Il peut vivre à une grande profondeur mais on le retrouve également près de la surface (comme sur la photo).
5	Oui : Corail mou	Corail bulle (forme)	Ce corail est facilement reconnaissable, avec ces petites bulles accolées les unes aux autres. Il a besoin de lumière pour vivre, on ne le retrouve donc que proche de la surface.
6	Oui : corail dur	Corail table (forme)	Les colonies de ce corail ressemblent à des buissons. Il vit plutôt proche de la surface.
7	Non : anémone de mer (ici anémone magnifique)		Les anémones sont de proches cousins des coraux. Comme nombre d'entre eux d'ailleurs elle a besoin de lumière pour vivre. On la retrouve donc généralement proche de la surface.
8	Oui : corail dur	Corail champignon (forme)	Il s'agit du seul type de corail connu qui ne soit pas fixé au sol et qui peut donc se déplacer. Il peut vivre à de grandes profondeurs.
9	Oui : corail dur	Corail cerveau (forme)	Très solide, il fait partie des coraux bâtisseurs de récifs, car il est très résistant aux vagues et aux courants. Il vit plutôt proche de la surface.
10	Oui : corail dur	Corail cornes de cerf (forme)	Ses colonies ressemblent à des buissons. Il s'installe proche de la surface, car il a besoin de lumière pour vivre.

Carte n°	Corail ?	Surnom	Informations
11	Non : poisson scorpion		Malgré ses couleurs parfois vives, il est un as du camouflage et peut facilement être confondu avec son environnement. Son nom fait référence à ses aiguillons venimeux. Ce poisson fréquente souvent les zones proches de la surface, mais on peut le croiser bien plus profond.
12	Oui : corail dur	Corail choux-fleurs (forme et couleur)	Très solide, il fait partie des coraux bâtisseurs de récifs, car il est très résistant aux vagues et aux courants. Ce type de corail ayant besoin de lumière pour vivre, il ne peut pas vivre très profondément.
13	Oui : corail mou	Gorgone, corail corné, corail écorce (forme)	Les gorgones peuvent habiter à de grandes profondeurs car elles n'ont pas besoin de lumière pour vivre.
14	Oui : corail mou	Corail de feu (piqûre douloureuse)	Ce corail appartient à la famille des coraux mous mais pourtant il est bien dur au touché. Lorsqu'on le touche sa piquûre est très douloureuse, il faut donc mieux éviter. On le reconnaît facilement grâce à ses couleurs jaunes et marrons.

Conclusions	
<p>L'animateur conclue en expliquant que le fait d'identifier les espèces et de les caractériser est une première approche de la caractérisation de la biodiversité réalisée par les scientifiques. Elle peut se baser sur des critères de visuels : forme, couleur, etc. (comme pour ce jeu), mais également sur d'autres critères : génétiques (gènes (ADN), expression de ces gènes), physiologiques (réponses différentes à un même environnement : croissance, respiration etc.).</p> <p>Ces différents critères permettent de définir si une espèce est nouvelle ou déjà connue. Aujourd'hui on dénombre, uniquement pour la biodiversité marine, 250 000 espèces répertoriées. Les scientifiques estiment qu'il en reste encore au moins 3 fois plus à découvrir et répertorier, ce qui porterait leur nombre à plus d'un million (sans compter les microbes).</p>	



2 SYMBIO : les écosystèmes récifaux			
Matériel		Durée	15-20 min
1 boîte du jeu de cartes SYMBIO pour environ 10 participants		Nb animateur	1
		Niveau	A partir du CM1
		Lancement du jeu	
<p>Organiser les participants en petits groupes (idéalement de 3 ou 4 participants pour faciliter les interactions).</p> <p>Commencer par expliquer ce qu'est une relation symbiotique entre 2 espèces.</p> <p>Définition : La symbiose est une association intime, durable entre deux espèces différentes. Les organismes impliqués sont appelés symbiotes ; le plus gros peut être nommé hôte. La symbiose sous-entend le plus souvent une relation mutualiste (= dans laquelle les deux organismes bénéficient de l'association), mais la symbiose peut être aussi parasitaire (=profitant à l'un des deux organismes mais nuisible à l'autre), voire commensaliste (= bénéfique à un organisme, mais neutre pour l'autre).</p> <p>On pourra illustrer par un exemple de symbiose chez les humains : les bactéries présentes dans l'intestin, nourries grâce à la nourriture ingérée, qui participent à la digestion des éléments et donc à l'absorption des éléments nutritifs par le corps humains, et le protègent des infections alimentaires.</p> <p>Demander ensuite à chaque groupe d'essayer de retrouver les associations symbiotiques entre les espèces présentées sur les cartes, en s'aidant des photos et indications fournies sur chaque carte. Chaque association doit être sous la forme : 1 carte espèce + 1 carte relation symbiotique + 1 carte espèce.</p> <p>NOTA : ici toutes les relations sont mutualistes.</p>			
Réponses			
<p>Après quelques minutes, présenter et commenter les associations que les participants auraient dû trouver en utilisant le tableau suivant.</p> <p>Expliquer aux participants que les relations ainsi découvertes grâce aux cartes mettent en avant des exemples de mutualisme.</p>			
Carte espèce n°1	Carte partenariat	Carte espèce n°2	Informations
Poisson clown	Nettoyage - Protection	Anémone	Les poissons clowns vivent entre les tentacules protectrices de l'anémone de mer. Ces tentacules sont urticantes pour les autres animaux, mais le poisson clown dispose d'une couche de mucus qui le protège de ces effets. En retour l'anémone de mer se fait nettoyer et protéger. Le poisson clown se nourrit des parasites et des restes de repas laissés par l'anémone, et monte la garde pour éloigner les prédateurs de l'anémone (notamment du poisson papillon).

Carte espèce n°1	Carte partenariat	Carte espèce n°2	Informations
Demoiselle bleu-vert	Oxygénation - Protection	Corail <i>Acropora</i>	<p>La Demoiselle bleu-vert utilise le corail <i>Acropora</i> pour s'abriter des prédateurs car celui-ci forme avec ses différentes branches comme un labyrinthe très solide, comme un buisson très serré. Mais elle est suffisamment petite et agile pour s'y faufiler avec aisance.</p> <p>La forme du corail empêche le courant de pénétrer correctement jusqu'au cœur des massifs d'<i>Acropora</i>, et donc ne permet pas un renouvellement suffisant d'oxygène. C'est ici qu'intervient le rôle de la Demoiselle bleu-vert qui par ses déplacements entre les branches du massif permet ce renouvellement, ce qui améliorera donc la photosynthèse des microalgues zooxanthelles (voir outil n°5 : LUMINO). La nuit, la Demoiselle continuant d'agiter ses nageoires durant son sommeil perpétuant son action diurne.</p>
Bactérie bioluminescente	Camouflage - Nourriture	Calmar bobtail	<p>Le Calmar « <i>bobtail</i> » vit en symbiose avec une bactérie bioluminescente, <i>Aliivibrio fischeri</i>, qui occupe un organe luminescent présent dans son manteau. Lors de ses sorties nocturnes, la lumière émise par les bactéries permet au calmar de dissimuler son ombre aux prédateurs, en produisant exactement autant de lumière en dessous de son corps que de lumière reçue par le dessus. En retour, la bactérie pioche dans les réserves nutritives de son hôte.</p>
Crevette nettoyeuse	Nettoyage - Nourriture	Murène	<p>Comme l'indique son nom vernaculaire de grande crevette nettoyeuse, <i>Stenopus hispidus</i> est la plus grande des crevettes nettoyeuses. Une partie du régime alimentaire de la crevette nettoyeuse est constituée des parasites externes de certains poissons, dont elles les débarrassent dans le cadre d'un commensalisme ou d'un mutualisme.</p> <p>Les poissons qui ressentent le besoin de se faire nettoyer la bouche par ces crevettes adoptent une nage stationnaire expressive, la bouche largement ouverte : ce signe est compris par les crevettes, qui se mettent ainsi au travail.</p>
Crevette pistolet	Hébergement - Surveillance	Gobie	<p>Le gobie creuse un "terrier" dans le sable que la crevette entretient, et dans lequel la crevette et les gobies vivent. La crevette a mauvaise vue comparativement au gobie, mais si elle le voit ou le sent brutalement rentrer dans le trou, elle le suit. Le gobie et la crevette restent en contact, la crevette utilisant ses antennes et le gobie effleurant la crevette avec sa queue lorsqu'il est alarmé. Chacun des deux gagne de cette relation : la crevette obtient un avertissement à l'approche d'un danger, et le gobie obtient une maison sûre et un endroit dans lequel pondre ses œufs.</p>



Conclusions

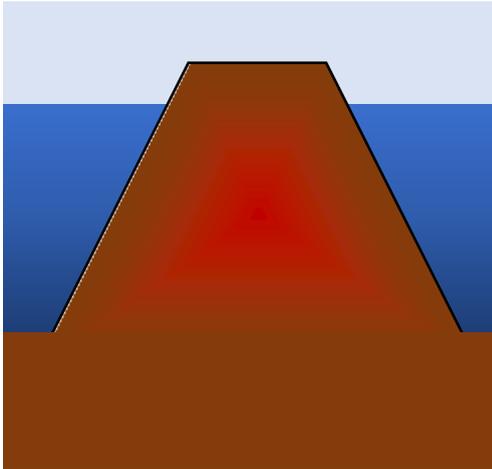
L'animateur conclue en expliquant que :

- Le fonctionnement des récifs coralliens est fondé sur les interactions symbiotiques, à savoir la coopération entre les espèces. Cela commence d'ailleurs chez le corail, à l'origine des récifs, et qui dépend de la symbiose avec les microalgues zooxanthelles.
- Ces relations sont à la clé de la vie foisonnante que l'on peut observer sur les récifs coralliens, et donc de la biodiversité.
- Cette biodiversité (animale, végétale et bactérienne) et son environnement (colonne d'eau, substrat) forment ce que l'on appelle l'écosystème corallien.

3 MANERCO : naissance et évolution d'un récif corallien			
Matériel		Durée	10 - 15 min
La maquette MANERCO (exemplaire unique à emprunter auprès de l'association Deep Blue Exploration : contact@deep-blue-exploration.com)		Nb animateur	1
		Niveau	A partir du CM1
Utilisation de la maquette			
PHASE 0 : VOLCAN SOUS-MARIN ACTIF			
Face avant	Face arrière		
<p>La face avant doit être visible des participants. L'animateur se positionne à l'arrière de la maquette pour pouvoir modifier la hauteur du volcan.</p> <p>A ce stade aucun élément du récif n'est positionné sur la maquette.</p>	<p>Positionner le volcan le plus bas possible en desserrant les écrous papillons.</p>		
<p>Un volcan sous-marin est le plus souvent issu d'une fissure dans la croûte terrestre (fond océanique pour un volcan sous-marin) d'où jaillit le magma. Au contact de l'eau le magma se refroidit et forme une roche. Par accumulation successive de couches de magma, éruption après éruption, le volcan grandit et son sommet se rapproche de la surface. A ce stade, il n'est pas encore visible de la surface.</p>			

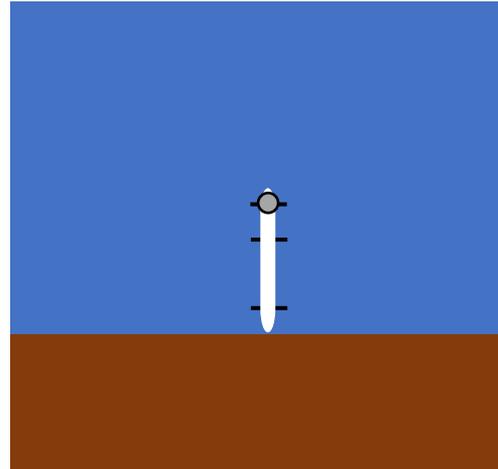
PHASE 1 : EMERSION DU VOLCAN ET FORMATION D'UNE ILE VOLCANIQUE

Face avant



Le volcan émerge de l'eau.

Face arrière

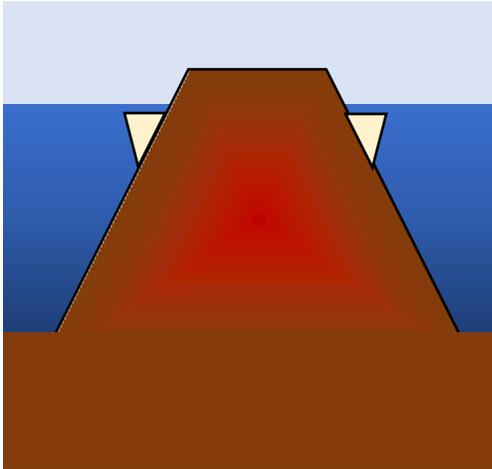


Monter progressivement le volcan jusqu'à aligner l'écrou papillon avec le trait du niveau 3 visible à l'arrière de la maquette, et serrer légèrement l'écrou papillon pour fixer sa position.

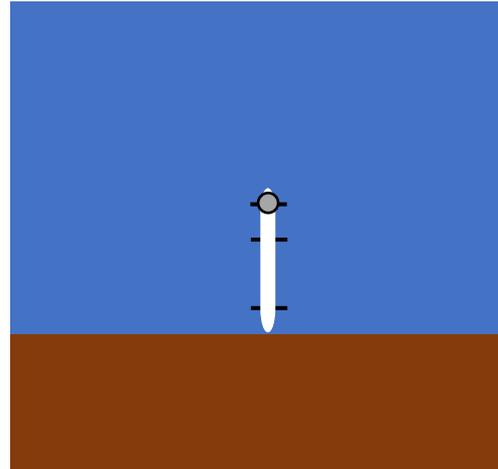
Après plusieurs millions d'années d'activité, le volcan fini par émerger de l'océan et, toujours par accumulation successive de couches de roches volcaniques, le volcan prend de la hauteur. L'île volcanique ainsi formée s'élargit à mesure que le volcan grandit. La croissance de l'île fini par s'arrêter avec la diminution progressive de l'activité de volcanique.

PHASE 2 : APPARITION DU RECIF FRANGEANT

Face avant



Face arrière

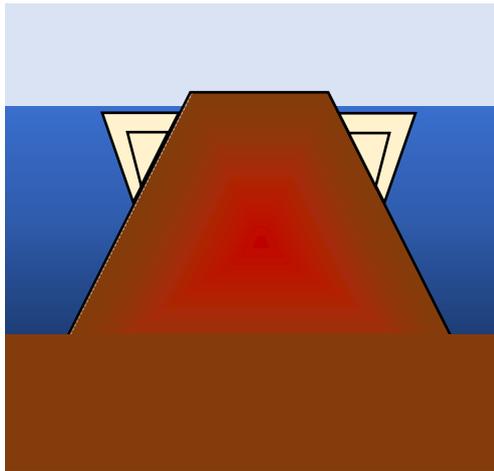


Positionner les 2 premiers éléments de récifs (les plus petits) sur les flancs de l'île en alignant les aimants de l'île avec ceux des éléments de récif.

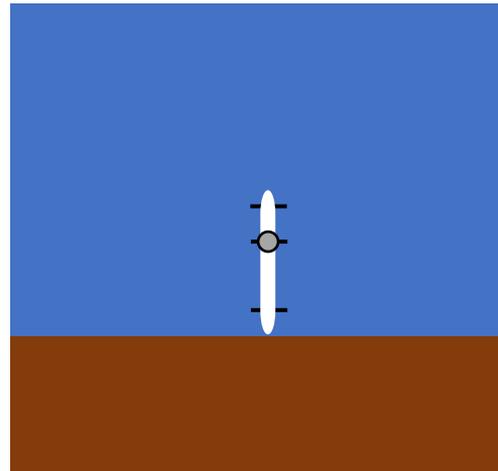
L'arrêt de l'activité volcanique permet aux coraux de se développer sur les pentes du volcan immergées près de la surface (besoin en lumière). Après plusieurs milliers d'années, un récif frangeant se forme le long des côtes. C'est le type de récif que l'on peut observer aujourd'hui autour de l'île de la Réunion.

PHASE 3 : APPARITION DU LAGON ET EVOLUTION EN RECIF BARRIERE

Face avant



Face arrière



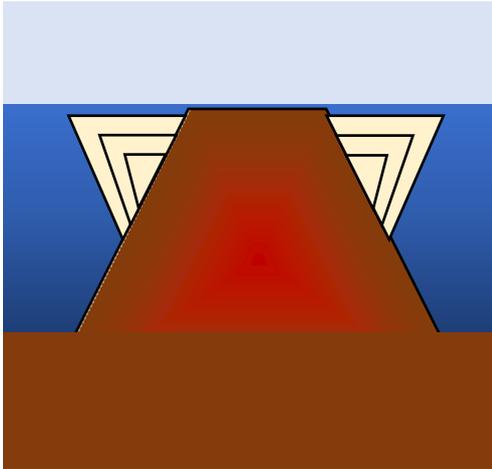
Après avoir descendu l'île au niveau 2 (voir ci-contre), positionner les 2 éléments de récifs intermédiaires (taille moyenne) sur ceux déjà en place en alignant les aimants entre eux.

Desserrer l'écrou papillon et descendre ce dernier jusqu'à l'aligner avec le repère du niveau 2. Serrer légèrement l'écrou papillon pour fixer sa position.

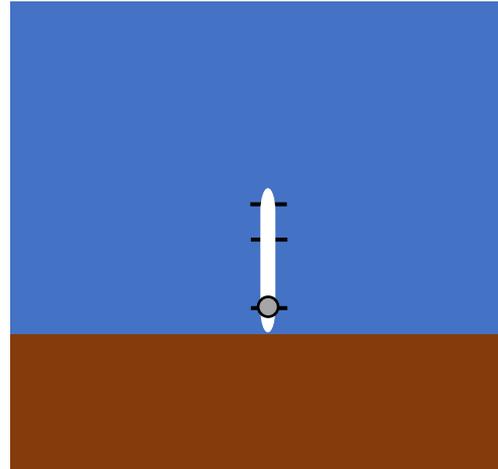
L'île s'enfonce progressivement dans l'océan par l'action combinée : du poids du récif frangeant sur les flancs de l'île, de l'érosion (vagues et pluie notamment) et de phénomènes d'origine tectonique. Pour compenser l'enfoncement de l'île, et conserver une exposition suffisante à la lumière du soleil, les coraux grandissent principalement vers le haut, et à l'extérieur du récif et augmentent ainsi progressivement la largeur de celui-ci. Sur le platier qui se forme entre la barrière de corail et la côte, la hauteur d'eau et le courant sont faibles et la température de l'eau augmente. Ces conditions et l'accumulations progressives d'alluvions, de sable et de coraux morts ralentissent le développement des coraux sur ces zones : il se forme un lagon entre la côte et la barrière du récif. Le récif se développe donc principalement au niveau de la barrière (partie externe du récif) où les conditions restent plus favorables (température, salinité, oxygénation, nutriments). Par phénomène d'érosion progressif, le lagon fini par se creuser et devenir plus profond. On parle alors de récif barrière. Ce type de récif, correspond aujourd'hui à celui de Mayotte.

PHASE 4 : EVOLUTION EN ATOLL

Face avant



Face arrière



Après avoir descendu l'île au niveau 1 (voir ci-contre), positionner les 2 éléments de récifs supérieures (grande taille) sur ceux déjà en place en alignant les aimants entre eux.

Desserrer l'écrou papillon et descendre ce dernier jusqu'à l'aligner avec le repère du niveau 1. Serrer légèrement l'écrou papillon pour fixer sa position.

L'enfoncement de l'île continuant de progresser, les coraux continuent eux de se développer vers la surface et l'extérieur du récif. A un certain stade, l'île fini par être immergée sous l'océan, mais les coraux continuent eux leur croissance : seule la couronne récifale (barrière) devient visible depuis la surface : on parle alors d'atoll.

On retrouve ce genre de récifs en Polynésie française aujourd'hui (milieu du Pacifique !).

4 SERMENO : services et menaces liés aux récifs coralliens		
Matériel		
<ul style="list-style-type: none"> - Les 2 tableaux magnétiques SERMENO : récif sain, récif dégradé. - Les 21 étiquettes magnétiques SERMENO : 9 étiquettes services et 12 étiquettes menaces 	Durée	40 -50 min
	Nb animateur	1
	Niveau	A partir du CM1
Lancement du jeu		
<p>L'animateur du jeu, installe devant les participants de manière bien visible les 2 tableaux magnétiques : Récif dégradé et Récif en bonne santé.</p> <p>Il garde avec lui les étiquettes magnétiques Services et Menaces en prenant soin que les participants ne puissent pas les voir.</p> <p>L'animateur demande ensuite aux participants d'identifier en s'aidant les uns avec les autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les différents services écologiques que rendent les récifs coralliens à l'Homme, mais aussi à la Nature en général ; - Les menaces qui pèsent sur les récifs coralliens, qu'elles soient d'origines humaines ou naturelles, locales ou globales. <p>A chaque service ou menace identifié, l'animateur demande à un participant de venir placer au bon endroit l'étiquette magnétique correspondante sur le tableau magnétique associé.</p>		
Réponses		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>← RECIF DEGRADE</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>RECIF SAIN →</p> </div> </div>		

SERVICES RENDUS PAR LES RECIFS CORALLIENS		
N°	Carte	Commentaire
1	<p>Nourriture : pêche au large</p> <p>Nourriture : pêche au large</p>	<p>Les récifs sont à la fois source de nourriture (ex : petites larves) pour de nombreuses espèces vivant habituellement au large et lieux de reproduction. Ainsi, ils attirent de nombreuses espèces représentant une importante source de nourriture.</p> <p>C'est le cas par exemple du thon, qui peut être une source de nourriture importante à la fois pour la population locale mais également pour le reste du monde.</p>
2	<p>Nourriture : pêche à pied</p> <p>Nourriture : pêche à pied</p>	<p>Les récifs permettent le développement d'une vie foisonnante sur les côtes qu'ils abritent, et de nombreuses espèces sont comestibles : coquillages, poulpes, etc.</p> <p>Il s'agit souvent d'une pêche de subsistance et/ou de loisirs.</p>
3	<p>Nourriture : pêche dans le lagon</p> <p>Nourriture : pêche dans le lagon</p>	<p>Les récifs permettent aux poissons récifaux de s'abriter, de se nourrir et de se reproduire. Ils sont une source importante de nourriture pour les populations locales.</p>
4	<p>Travail : tourisme</p> <p>Travail : tourisme</p>	<p>Les récifs attirent de nombreux touristes comme les plongeurs, apnéistes, pêcheurs récréatifs et amateurs de plages de sable blanc. L'activité touristique représente une source importante, voire bien souvent la source la plus importante de revenus pour la population locale.</p>
5	<p>Travail : pêcheurs professionnels</p> <p>Travail : pêcheurs professionnels</p>	<p>De nombreux pêcheurs dépendent des récifs pour pouvoir vivre de leur activité. La bonne santé de ces derniers permet de renouveler durablement les stocks de pêches, et donc de garantir aux pêcheurs des revenus sur le long terme.</p>

SERVICES RENDUS PAR LES RECIFS CORALLIENS		
N°	Carte	Commentaire
6	<p>Protection : activités amusantes dans le lagon</p> <p>Protection : activités amusantes dans le lagon</p>	<p>Les barrières récifales permettent de créer à l'intérieur du lagon une zone calme (sans vagues ou sans grosse houle) indispensable pour certaines activités amusantes comme la randonnée palmée, le kayak ou bien tout simplement pour pouvoir se baigner et profiter du littoral en toute sécurité.</p>
7	<p>Protection : développement des mangroves</p> <p>Protection : développement des mangroves</p>	<p>Les mangroves sont de véritables nurseries (abritent les bébés) pour de nombreuses espèces marines. Les récifs protègent les mangroves des vagues et de la houle, leur permettant ainsi de se maintenir durablement.</p>
8	<p>Protection : contre les vagues</p> <p>Protection : contre les vagues</p>	<p>Les récifs coralliens jouent un rôle très important de protection des côtes vis-à-vis des vagues et de la houle. Ils limitent ainsi l'érosion des côtes qui pourrait menacer les habitations, les routes, etc.</p>
9	<p>Santé : médicaments</p> <p>Santé : médicaments</p>	<p>Plusieurs remèdes et médicaments utilisés pour se soigner sont fabriqués à partir des coraux ou d'espèces qui vivent avec les coraux. Les premières utilisations en médecine datent d'il y a 5000 ans, et les chercheurs découvrent régulièrement de nouvelles molécules, agissant contre certains cancers par exemple.</p>

MENACES QUI PESENT SUR LES RECIFS CORALLIENS		
N°	Carte	Commentaire
10	<p>Pollution : pesticides et engrais chimiques</p>	<p>Les engrais et les pesticides chimiques utilisés sur les cultures sont entraînés par la pluie vers les rivières. Ces dernières en se déversant dans la mer viennent polluer l'eau du lagon. Les effets de ces produits chimiques sont dévastateurs pour les écosystèmes marins (maladies, invasions de certaines espèces au détriments des autres, etc.), notamment pour les coraux qui sont très sensibles à la qualité de l'eau.</p>
11	<p>Pollution : plastique</p>	<p>La pollution plastique favorise la propagation des maladies chez les coraux en provoquant des lésions (ex : coupures) à leur surface et en transportant les maladies d'une colonie à une autre. Sans compter que de nombreuses espèces vivant en symbiose avec les coraux, sont victimes également de cette pollution plastique (maladies, ingestion et troubles digestifs).</p>
12	<p>Pollution : eaux usées industrielles</p>	<p>Certains procédés de fabrication utilisés par des industriels, ou certaines activités humaines nécessitent l'emploi de produits chimiques (huiles, solvants, acides/bases etc.). Si ces produits sont rejetés sans traitement dans la nature ou s'ils se déversent accidentellement dans les eaux des rivières ou directement dans l'eau de mer, ils peuvent provoquer tuer ou rendre malade les coraux et les espèces qui y sont associées.</p>
13	<p>Pollution : eaux usées domestiques</p>	<p>Les eaux usées des habitations (toilettes, douches, lessives, produits ménagers, etc.) qui ne sont pas traitées transportent eux aussi des polluants vers le lagon qui sont néfastes à la vie aquatique, et notamment aux coraux.</p>
14	<p>Envasement : déforestation</p>	<p>En retirant des surfaces boisées, on expose le sol directement à l'action combinée de la pluie et du vent. L'érosion du sol a pour conséquence le transport de terre dans les rivières et donc vers le lagon. Cette boue trouble l'eau du lagon empêchant certaines espèces fixées d'être correctement exposées à la lumière, voir ensevelit ces dernières sous une couche de boue (asphyxie)</p>

MENACES QUI PESENT SUR LES RECIFS CORALLIENS		
N°	Carte	Commentaire
15	<p>Tourisme : tourisme irresponsable</p> <p>Tourisme irresponsable</p>	<p>Certaines activités touristiques peuvent avoir des conséquences néfastes (destruction des coraux, harcèlement de certains espèces, pollution sonore, nourrissage, etc.) pour les écosystème coralliens si elles ne sont pas menées de manières responsables vis-à-vis de l'environnement : plongée, randonnée palmée, embarcations à moteur, sorties observations, etc. Le développement irraisonné des infrastructures touristiques (hôtels, restaurant, etc.) en bord de mer peut également avoir de graves conséquences sur les récifs (destruction du récif, pollution de l'eau, etc.)</p>
16	<p>Pêche : surpêche</p> <p>Surpêche</p>	<p>Dès que les quantités pêchées sont trop importantes par rapport aux taux de reproduction des espèces concernées, ou que les espèces pêchées ne sont pas suffisamment matures pour avoir déjà été en mesure de se reproduire, il est difficile voire impossible aux espèces concernées de survivre. Elles disparaissent et potentiellement avec elles toutes les espèces qui en dépendent, car tout est question d'équilibre : chaque espèce à son rôle.</p>
17	<p>Pêche : braconnage</p> <p>Braconnage</p>	<p>Certaines espèces sont protégées pour éviter leur disparition. Parfois ce sont même des zones entières qui sont protégées car plusieurs espèces sensibles sont menacées. Le fait de pêcher ces espèces et/ou de pêcher à l'intérieur de ces zones a un impact important sur les récifs coralliens. Car la disparition d'une espèce déséquilibre l'ensemble de l'écosystème, menaçant alors la santé du récif corallien dans son ensemble</p>
18	<p>Phénomènes naturels : tempêtes</p> <p>Tempêtes</p>	<p>Les tempêtes ont des effets dévastateurs sur les récifs coralliens. Les gigantesques vagues qui déferlent sur le récif détruisent les coraux, faisant alors fuir les poissons et autres habitants marins qui dépendent d'eux pour vivre.</p>
19	<p>Phénomènes naturels : prolifération d'acanthaster</p> <p>Prolifération d'Acanthaster</p>	<p>Les coraux sont parfois victimes face à des épisodes de proliférations de prédateurs « corallivores » (qui se nourrissent de corail). C'est le cas par exemple de l'étoile de mer connue pour se nourrir des polypes du corail : le coussin de belle-mère (<i>Acanthaster planci</i>). Habituellement présentes sur les récifs en quantité insuffisante pour représenter une menace pour le récif, ils arrivent que leur nombre explose. Lorsque cela ce produit à grande échelle, le récif entier peut-être mangé et donc menacé.</p>

MENACES QUI PESENT SUR LES RECIFS CORALLIENS		
N°	Carte	Commentaire
20	<p>Changement climatique : réchauffement global</p> 	<p>Les coraux sont relativement sensibles à la température de l'eau de mer. Lorsque celle-ci est trop basse ou trop haute, le corail tombe malade et blanchit (perd sa symbiose avec les microalgues zooxanthelles) et peut parfois mourir. Avec le réchauffement climatique global, l'eau se réchauffe petit à petit dans tous les océans. Cela représente une menace importante pour tous les récifs coralliens.</p>
21	<p>Changement climatique : acidification des océans</p> 	<p>L'augmentation des émissions de CO₂ dans l'atmosphère a pour conséquence d'augmenter l'acidité de l'eau des océans. Cette augmentation menace les coraux, qui sont très sensibles aux changements de pH de l'eau.</p>

Conclusions

Les récifs coralliens sont indissociables de la vie des habitants d'une île comme Mayotte. Sans eux la vie serait bien différente, voire peut-être difficile ou impossible pour beaucoup d'entre eux. Source de nourriture, de remèdes, de travail et de ressources économiques, ils assurent également la sécurité des populations, notamment celles qui résident près des côtes. Grâce à eux, il est possible de s'amuser dans des eaux calmes et peu profondes.

Cependant, tout mastodontes qu'ils sont, les récifs coralliens subissent les pressions grandissantes des activités humaines (pollution, tourisme et pêche non durable, changement climatique, etc.), et à cause d'elles ils peuvent disparaître. Il est donc vital pour sa population de les préserver de ces menaces en adaptant ses activités et son développement pour continuer à tirer profit de manière durable des richesses qu'ils procurent. Il est également très important de partager ce message avec les personnes de passage sur l'île (touristes notamment) afin qu'eux aussi respectent ce bel environnement et s'adaptent.

5 LUMINO : construire l'équation de la photosynthèse corallienne

Matériel	Durée	10-15 min
<ul style="list-style-type: none"> - Une surface magnétique (ex : tableau de la classe) non fourni dans ce kit - Les 12 étiquettes magnétiques LUMINO : 4 étiquettes flèches, 1 étiquette « La photosynthèse » et 8 étiquettes symboles (lumière du soleil, CO₂ dans l'air, CO₂ dans l'eau, feuille, corail, O₂ dans l'air, O₂ dans l'eau, glucose) 	Nb animateur	1
	Niveau	A partir du CM1

Lancement du jeu

Regrouper l'ensemble des participant devant le tableau où seront construites les équations.

Positionner la carte « La photosynthèse » en haut du tableau et la carte « Feuille » en dessous.

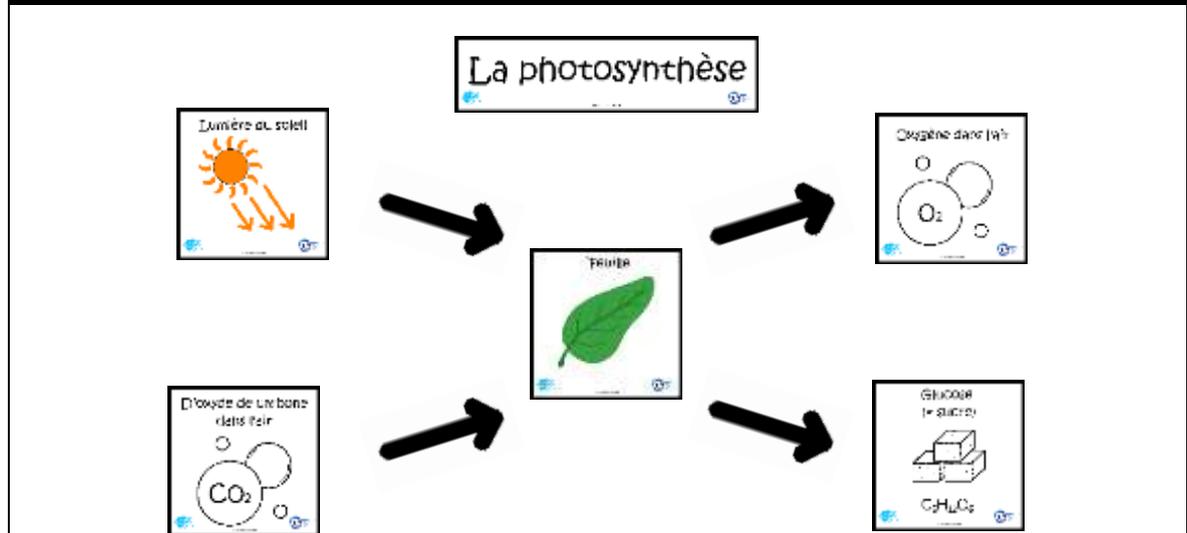
L'utilisation du jeu dans la suite de l'animation permet de rendre visuelle l'équation de la photosynthèse chez la plante terrestre, puis son équivalent pour les plantes/algues marines.

Réponses

Commencer par l'équation pour les plantes terrestres : à partir des conclusions de l'expérimentation sur « La photosynthèse chez les plantes », positionner la carte « Lumière du soleil » puis compléter l'équation et pour chaque carte commenter à partir des éléments ci-dessous.

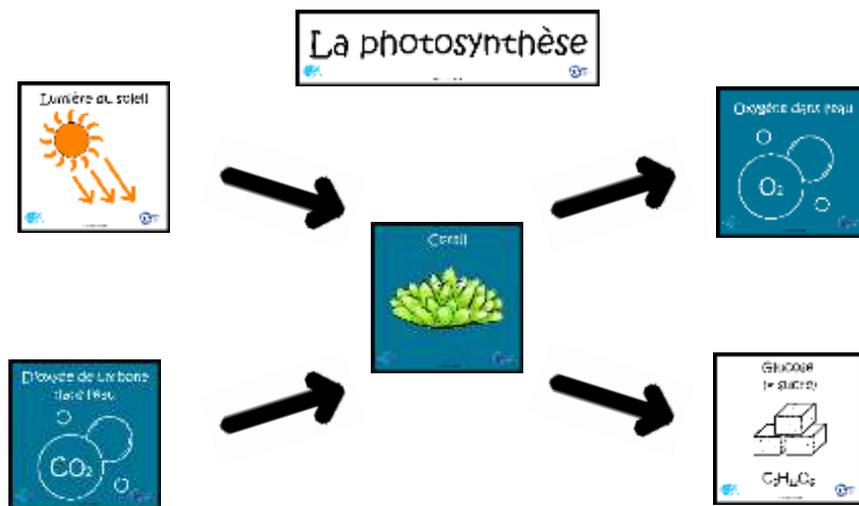
Puis, transformer l'équation pour obtenir celle relative aux plantes marines.

Equation photosynthèse sur terre (ex : feuille d'arbre)



La lumière du soleil permet durant la journée de fournir l'énergie nécessaire à la plante pour transformer l'eau (arrosage) et le CO₂ (dioxyde de carbone) présent dans l'air en glucose (= sucre) utilisé par la plante pour se développer et en O₂ (dioxygène) relargué dans l'atmosphère.

Equation photosynthèse corallienne (sous l'eau)



De la même manière les plantes/algues marines utilisent la lumière du soleil pour transformer le CO₂ dissout dans l'eau de mer, et l'eau de mer en glucose et en O₂. Dans le cas du corail, les microalgues appelées zooxanthelles sont les organismes qui assurent cette photosynthèse. Une partie du glucose et de l'O₂ sont utilisés par les polypes pour leur propre développement.

Conclusions

La lumière est indispensable à la survie et la croissance des plantes, comme pour la plupart des coraux. C'est la raison qui explique que les plantes comme les coraux grandissent là où la lumière du soleil est suffisamment présente.

Cependant comme chez les plantes certains coraux sont moins dépendant à la lumière que d'autres ce qui explique que l'on puisse retrouver certaines espèces à des profondeurs plus importantes malgré une luminosité moins importante. Cependant ces derniers sont quand même moins nombreux.

6		Mise en évidence de la photosynthèse	
Matériel (non fourni dans ce kit)		Durée	Séance n°1 : 15 min Séance n°2 : 20-25 min
1 petite plante verte en pot avec des feuilles de 4 à 5 cm de large et <10cm long (prévoir une coupelle sous le pot pour l'arrosage)	Papier aluminium 1 paire de ciseaux 1 petite bouteille d'eau pour l'arrosage	Nb animateur	1
		Niveau	A partir du CM1
		Préparation	
<p><i><u>Nota : prévoir environ 1 semaine entre la séance N°1 et la séance N°2 pour être sûre de pouvoir observer correctement l'effet de l'obscurité sur la plante et de tirer les bonnes conclusions.</u></i></p> <p>SEANCE N°1 : Mettre en place la plante en pot sur sa coupelle et sélectionner 2 feuilles (en bon état) de tailles, si possible, similaires et situées du même côté de la plante (même conditions d'exposition à la lumière du soleil).</p> <p>Identifier l'une des feuilles sélectionnées en nouant un petit brin de laine (ou ficelle) autour de la tige de celle-ci, sans la serrer (cela permettra de reconnaître la feuille « témoin » à la séance suivante).</p> <p>Découper un rectangle dans une feuille de papier d'aluminium, dont les dimensions sont égales à : <ul style="list-style-type: none"> - longueur = environ 3 x longueur feuille de la plante sélectionnée, - largeur = environ 3 x largeur de la plante sélectionnée. </p> <p>Placer la plante sur une surface plane en vue des observateurs, en plaçant les feuilles sélectionnées face à eux.</p> <p>Remplir la bouteille avec un petit peu d'eau (si nécessaire tracer un trait sur la bouteille pour indiquer le volume d'eau pour l'arrosage de plante à ne pas dépasser).</p> <p>SEANCE N°2 : Récupérer la plante et la positionner bien en vue des observateurs, en positionnant la feuille avec le papier d'aluminium face à eux. ⇒ Si la plante n'a pas survécu, se munir de la planche photo en annexe pour faire observer les résultats que l'on aurait dû observer si la plante avait survécu.</p>			
Réalisation			
<p>SEANCE N°1 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Expliquer le principe de l'expérience visant à observer ce qui se passe si l'on cache la lumière à une plante. Il faudra attendre la prochaine séance pour en observer les résultats. 2- Montrer les 2 feuilles sélectionnées aux observateurs et expliquer que l'on va placer autour de l'une de ces 2 feuilles une feuille de papier aluminium pour lui cacher la lumière du soleil, et que la seconde feuille (identifiée avec le brin de laine) restera exposée normalement à la lumière du soleil. On laissera ainsi le dispositif expérimental jusqu'à la prochaine séance. 3- Pour démontrer que la lumière du soleil est bien stoppée par la feuille d'aluminium, placer à la fenêtre le rectangle prédécoupé et demander aux observateurs de constater que le rectangle forme bien une ombre sur le sol ou le mur par exemple. 			



- 4- Mettre en place le rectangle de papier aluminium sous la feuille de plante sélectionnée (sans le brin de laine). Puis rabattre le papier d'aluminium à plat sur la face de la feuille en veillant à ne pas plier ou abîmer cette dernière, puis terminer en rabattant la feuille d'aluminium sous la feuille pour terminer d'emballer à plat la feuille de la plante. Veiller à ce que le papier d'aluminium épouse bien la forme de la tige et ne puisse laisser à la feuille aucun accès à la lumière.
- 5- Mettre en place la plante à côté d'une fenêtre sur une surface plane et stable, à une hauteur permettant l'arrosage par la personne qui sera désignée juste après.
- 6- Désigner un volontaire parmi les observateurs en charge de l'arrosage de la plante durant toute la durée de l'expérience (jusqu'à la prochaine séance). Et expliquer que ce dernier devra arroser 1 seule fois chaque jour la plante avec la bouteille d'eau (en utilisant le trait pour la quantité d'eau). → Protocole à adapter en fonction de la plante et de son environnement.
- 7- Demander au responsable de l'arrosage de bien vouloir arroser la plante.

SEANCE N°2 :

- 8- Remercier le responsable de l'arrosage pour son travail et expliquer que l'on va maintenant observer les résultats de l'expérience lancée la séance précédente (rappeler brièvement l'objectif de l'expérience).
- 9- Expliquer que l'on va comparer l'état de la feuille qui est restée exposée au soleil (identifiée avec le brin de laine) avec la feuille qui était cachée du soleil par le papier d'aluminium.
- 10- Déplier délicatement le papier aluminium pour permettre aux observateurs de voir la feuille qui se trouvait à l'intérieur (la feuille est morte ou presque = blanchie). Demander aux observateurs de décrire ce qu'ils voient et des comparer l'état de cette feuille avec celle restée exposée (la feuille est vivante = verte).
- 11- Recueillir leurs hypothèses sur ce qui s'est passé avant de leur expliquer que la plante a besoin de lumière pour vivre (comme les humains ont besoin de respirer de l'air par exemple), et qu'elle utilise cette dernière pour fabriquer un sucre (le glucose) qui lui permet de grandir. On appelle ce phénomène la photosynthèse.

Conclusions

- ⇒ Les plantes ont besoin de la lumière du soleil pour vivre. C'est pour cela d'ailleurs que les arbres sont si hauts : ils veulent rester au soleil. Durant la nuit, la plante respire et arrive à patienter jusqu'au retour du soleil et ne meurt pas, mais si elle ne reçoit plus de lumière pendant une période plus longue (plusieurs jours), elle meurt.
- ⇒ Il en est de même pour le corail, qui dépend pour vivre d'une toute petite plante, une algue (= végétal), qui vit sous sa peau (se référer à la séance n°2), et qui a besoin de la lumière du soleil pour vivre. Sans lumière durant plusieurs journées, le corail meurt.

Utiliser le jeu de carte LUMINO pour animer ces conclusions (se reporter à la Fiche animation du jeu).

- ⇒ La photosynthèse permet aux plantes /algues (= végétaux) de transformer la lumière du soleil en sucre (glucose) pour vivre. Ce même phénomène transforme durant la journée le dioxyde de carbone (CO₂) présent dans l'air en dioxygène (O₂) que nous respirons. Il se passe la même chose avec les algues vivant avec le corail sous l'eau qui transforme le CO₂ présent dans l'eau en O₂.

7 Effet de l'acidification des océans sur le squelette du corail			
Matériel (non fourni dans ce kit)		Durée	10-15 min
- 2 verres transparents	- 1 rouleau de scotch	Nb animateur	1
- 1 craie de couleur	- 1 paire de ciseaux	Niveau	A partir du CM1
- ½ litre de vinaigre blanc	- 1 marqueur/feutre		
- Eau du robinet	- Papier pH (option)		
- 3 feuilles de papier blanc			
Préparation			
<p>Installer les 2 verres sur une surface plane (ex : table, bureau), bien visible des observateurs, et placer derrière chacun d'entre eux une feuille de papier blanc pour améliorer la visibilité pour les observateurs (l'idéal étant d'avoir un mur derrière pour accrocher les feuilles avec du scotch, sinon on peut par exemple plier la feuille pour la faire tenir derrière le verre).</p> <p>Découper la 3^{ème} feuille de papier en 2 dans le sens de la largeur et réaliser 2 étiquettes chevalet en pliant chaque partie en 3 ou 4. Inscrire avec le marqueur/feutre sur le 1^{er} chevalet « Océan normal » et sur le second « Océan acidifié », et placer chaque chevalet à côté d'un verre.</p>			
Réalisation			
<p>1- Expliquer le principe de l'expérience visant à reproduire un des impacts du changement climatique (acidification des océans) ou une pollution chimique de l'eau de mer (ex : fuite de produit(s) chimique(s), rejet industriel), sur les coraux.</p> <p>On simulera l'eau de mer « normale » (= non acidifiée) avec de l'eau du robinet, et on ajoutera à l'eau du robinet du vinaigre blanc pour simuler l'eau de mer acidifiée.</p> <p>2- Remplir aux ¾ chaque verre avec le liquide correspondant à l'étiquette placée à côté.</p> <p><i>Option : utiliser du papier pH pour comparer l'acidité des liquides dans les 2 verres</i></p> <p>a- Expliquer que le papier pH permet de vérifier si un liquide est acide ou non en le trempant dans celui-ci et en observant la couleur qui apparaît (utiliser l'échelle de couleur fournie avec le papier pH)</p> <p>b- Choisir un volontaire parmi les observateurs pour tremper un bout de papier pH dans le 1^{er} verre (environ 1 cm) et le placer à côté du verre correspondant, puis un second bout dans le 2^{ème} verre (environ 1 cm) et le placer à côté du second verre.</p> <p>c- Expliquer que l'on vérifiera la couleur des papiers à la fin de l'expérience.</p> <p>3- Expliquer que le corail est constitué en grande partie de calcaire (partie dure = squelette/os). Expliquer que l'on va utiliser une craie, constituée en grande partie de calcaire aussi, pour simuler le corail.</p> <p>4- Découper la craie en 2 parties égales et immerger chaque bout dans un des verres et demander aux observateurs de regarder ce qui se passe.</p> <p>5- Demander aux observateurs d'expliquer ce qu'ils voient (= différence entre les 2 réactions qui se produisent dans les verres)</p> <p>→ dans le verre d'eau de mer « normale », la craie reste intacte dans le liquide</p> <p>→ dans le verre d'eau de mer « acidifiée », la craie se dissout dans le liquide (elle colore le liquide).</p> <p><i>Option (suite) :</i></p> <p>d- Demander à un observateur volontaire de venir observer la différence de couleur entre les 2 morceaux de papier pH et utiliser l'échelle de couleur fournie avec le papier pH pour vérifier la différence d'acidité entre les 2 liquides. Faire circuler si besoin les morceaux de papier au sein du groupe (=> l'acidité de l'eau diminue lors de la dissolution du calcaire : réaction chimique)</p> <p>6- Demander aux observateurs de formuler des hypothèses pour expliquer ce qu'ils observent avant d'énoncer les conclusions.</p>			

Conclusions

La craie dans l'eau de mer « normale » ne se dissout pas, ce qui indique que le calcaire (= structure dure du corail) ne se dissout pas normalement dans les océans : les coraux grandissent normalement.

La craie dans l'eau de mer « acidifiée » se dissout, ce qui indique que le calcaire est en partie « détruit » par cette acidité : les coraux ne peuvent pas grandir normalement.

La pollution chimique de l'eau de mer peut-être une cause de l'acidification locale de l'eau de mer (ex : rejet en sortie d'usine, utilisation de produits chimiques pour laver les bateaux, etc.).

⇒ Exemple de solution : ne pas rejeter de produits chimiques dans l'eau (station d'épuration) ou utiliser des produits écolabellisés

Le réchauffement climatique est également à l'origine d'une acidification progressive de l'ensemble des océans de la planète (par absorption d'une partie du CO₂ par l'eau de mer).

⇒ Exemple de solution : diminuer les rejets de CO₂, par exemple en utilisant les transports en commun, le vélo ou la marche à pied plutôt que la voiture

NOTA : il peut être intéressant de questionner les participants sur des solutions qu'ils imaginent face à ces menaces, avant d'apporter des exemples.

Astuce : on peut remplacer le papier pH par un indicateur pH au chou rouge

Préparation de l'indicateur

Prendre un chou rouge cru et couper une partie en petits morceaux. Mettre ensuite le chou dans de l'eau bouillante et le cuire jusqu'à ce que l'eau prenne une couleur rouge-violet. Laisser refroidir et conserver si nécessaire au réfrigérateur dans un récipient propre et fermé.

NOTA : le liquide devra être mis à température ambiante avant utilisation pour un meilleur résultat.

Utilisation de l'indicateur

Verser une partie de la solution de chou rouge dans un verre. Verser ensuite quelques gouttes du liquide à tester. La solution de chou rouge devient rouge, si le liquide est acide.



← Echelle indicateur pH jus de chou rouge (du plus acide à gauche au plus basique à droite)

8 Modèle en 3D d'un corail			
Matériel		Durée	15-25 min
<ul style="list-style-type: none"> - 1 modèle de corail par groupe de participant - 1 modèle de corail pour l'animateur 		Nb animateur	1
		Niveau	A partir du CM1
Utilisation des modèles			
<p>Distribuer un modèle de corail à chaque groupe de participant afin qu'ils puissent toucher et visualiser d'eux-mêmes les informations que l'animateur apportera à partir du guide ci-dessous (ces informations seront complétées par l'animateur en fonction des objectifs de la séance).</p> <p style="background-color: #D9EAD3;">En introduction, il peut être intéressant de questionner les participants avant tout apport d'informations, sur leur interprétation de ce qu'ils ont dans les mains, et utiliser ces éléments par la suite pour confirmer, infirmer ou préciser ces propositions.</p> <p>Le corail est constitué de 3 éléments : le squelette (partie non vivante minérale) qui peut être dur ou mou et sur lequel vit une sorte de petit vers (partie animale), le polype, qui abrite dans sa peau des algues microscopiques (partie végétale) avec lesquelles il vit en symbiose.</p> <p style="background-color: #D9EAD3;">En ouvrant un des modèles, on peut facilement identifier visuellement les différents constituants (cf. photo 1). On imaginera que les algues microscopiques se trouvent dans les tissus superficiels du polype, car elles sont trop petites pour être représentées sur le modèle (il faut un microscope pour les observer).</p>			
Echelle du modèle : environ 1/5000ème			
Tentacules du polype			Bouche du polype
Organe digestif du polype			Squelette
Pieds du polype			
Photo 1			
<p>NOTA : les polypes ne mesurent généralement que quelques millimètres, donc les modèles 3D représentent une version largement agrandie de ces derniers.</p> <p>Le squelette est la plupart du temps fixé sur le substrat (fond marin ou roche sous-marine par exemple). On pourra représenter le substrat par la table sur laquelle est posée le modèle.</p>			

Le corail grandit grâce au polype qui ajoute tout au long de sa vie de nouvelles couches au squelette. Le polype quant à lui se fixe solidement grâce à son « manteau de peau » sur la surface du squelette. Le polype chasse pour se nourrir en utilisant ses tentacules qui capturent le plancton qui vient à percuter l'une d'entre-elle avec l'action des courants marins. Il utilise ensuite ses tentacules pour guider sa proie vers sa bouche. Le plancton est ensuite digéré dans son organe digestif.

On peut avec un objet suffisamment petit (exemple : boule de pâte à fixe) simuler un plancton qui se prend dans les tentacules du polype et qui glisse ensuite vers la bouche du polype (cf. photo3). En ouvrant ensuite le modèle on pourra ainsi visualiser le cheminement de la proie jusqu'à l'organe digestif du polype (cf. photo 2).

La chasse n'est pour la plupart des coraux cependant pas la principale source de nourriture, car ce sont en fait les petites algues abritées dans ses tissus (zooxanthelles) qui utilisent la lumière du soleil pour fabriquer du sucre consommé par le polype (photosynthèse).



Photo 2



Photo 3

Un corail n'est pas constitué que d'un seul polype mais bien par des milliers qui sont tous voisins les uns des autres. Au départ, le polype original sous forme de larve se fixe sur le substrat et commence à se diviser pour former 2 clones de lui-même qui à leur tour un peu plus tard deviendront 2 clones d'eux-mêmes et ainsi de suite grandit le corail.

On peut utiliser les modèles 3D de corail pour simuler ce principe en divisant un des modèles en deux parties auxquelles on vient ajouter une seconde partie pour former 2 polypes accolées, et ainsi de suite (cf. photo 4).



Photo 4

A la fin de leur vie lorsque les polypes meurent, ils libèrent chacun un emplacement qui sera colonisé par une nouvelle larve de polype, et ainsi de suite continue de grandir le corail.

Reproduit des milliards de fois pendant des millions d'années par différentes espèces de coraux, ces phénomènes permettent la formation par exemple des barrières de corail.



NOTA : lorsque l'on parle de corail mort, on parle en fait de corail qui a perdu ses polypes, et c'est pour cela que les coraux morts sont blancs, car seul leur squelette (de couleur blanche) subsiste.

Conclusions

Le corail est un assemblage de milliers d'animaux (polypes) associés à des algues (zooxanthelles) et qui vivent sur le squelette (non vivant) qu'ils fabriquent pour grandir. Les polypes sont microscopiques et la croissance des coraux est lente à l'échelle de la vie humaine.

Et lorsque les coraux sont endommagés, il faut bien souvent des centaines d'années avant qu'ils puissent par eux-mêmes retrouver leur taille d'origine.

Par ailleurs, la très grande majorité des coraux sont fixés sur le substrat, et ne peuvent donc pas se déplacer. C'est une force mais c'est aussi une faiblesse quand il s'agit d'échapper à la pollution de l'eau par exemple.



Association Deep Blue Exploration et Koural - Tous droits réservés



Juin 2023

Deep Blue Exploration

www.deep-blue-exploration.com

contact@deep-blue-exploration.com



Koural

www.koural.com

contact@koural.com

