

Qu'est-ce que la Fête de la Science ?



fête de
la Science ^{fr}



Créée en 1991 et pilotée par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, la Fête de la science est un événement national qui favorise les échanges entre la communauté scientifique et le grand public. Pari réussi avec chaque année plus d'un million de visiteurs, 7 000 chercheurs impliqués et un foisonnement d'animations, d'expositions, de débats et d'initiatives originales, partout en France, dans les Collectivités et Territoires de l'outre-mer français et pour tous les publics. C'est une approche concrète, conviviale et ludique de la science : **une occasion de découvrir le monde des sciences et de rencontrer les scientifiques.**

La Fête de la Science en Polynésie française permet de "célébrer la Science" en la présentant au grand public de façon ludique, pédagogique et interactive par les acteurs scientifiques eux mêmes, qu'ils soient chercheurs, enseignants, ou bien acteurs économiques de la vie locale.... Placée sous l'égide de la délégation territoriale à la recherche et la technologie et en collaboration avec la délégation à la recherche de la Polynésie française, l'association de protection de l'environnement marin polynésien "Te mana o te moana" a été chargée d'organiser cette 27^{ème} édition de la Fête de la Science sur le thème :

« Les récifs coralliens : du gène à l'écosystème »

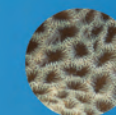


Te mana o te moana
L'esprit de l'océan

Te mana o te moana « l'esprit de l'océan » est une association loi 1901, fondée en 2004 reconnue d'Intérêt Général, agréée Environnement et membre de l'UICN. À travers ses activités de recherche, de conservation, et d'éducation, elle œuvre pour la protection de l'environnement marin en Polynésie française et la sensibilisation du public et plus particulièrement des enfants. www.temanaotemoana.org



Livret



sur les récifs coralliens de l'outre-mer français

fête de la Science ^{fr} 2018

MANUEL DE
L'ENSEIGNANT





«Le souvenir le plus marquant de mes voyages spatiaux restera à jamais la vue sur notre planète rendue si belle par la présence du vivant. Par leur variété de couleurs inouïes, les récifs coralliens me fascinaient comme autant de pierres précieuses que l'humanité, j'espère, saura préserver non seulement pour cette magnificence, mais aussi comme les premiers maillons de la vie sur Terre.»

Jean-François Clervoy, astronaute de l'ESA et parrain de te mana o te moana



L'IFRECOR (Initiative Française pour les Récifs Coralliens), mise en place en 1999, est une institution qui oeuvre pour la sauvegarde du milieu récifo-lagonaire et mène des actions de conservation, de sensibilisation et de recherche, essentiellement dans les collectivités de l'outre-mer possédant des récifs coralliens sur leurs littoraux. L'IFRECOR a mis en évidence, grâce à des données répertoriées par de nombreux scientifiques, le fait que les récifs coralliens, source de vie animale et végétale, sont de plus en plus menacés par des pressions d'origines tant naturelles qu'anthropiques.

La sensibilisation passant par l'éducation, il était nécessaire de créer un livret pédagogique regroupant toutes les connaissances existantes sur les récifs de l'outre-mer français, à l'attention des collégiens de ces mêmes collectivités, qui chaque jour, profitent et vivent de ces récifs, source première de nourriture pour certains ou de travail pour d'autres.

Forte de son expérience dans les domaines de l'éducation à l'environnement et de la conservation, l'association loi 1901, **Te mana o te moana**, reconnue d'Intérêt Général, agréée Environnement par le code polynésien L 621-1 et membre du comité français de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), a décidé de porter ce projet de grande envergure, dédié aux jeunes générations, porteuses de la stabilité de nos ressources naturelles.

Pour optimiser la portée de l'action de sensibilisation à la protection des récifs coralliens de l'outre-mer français, la fondation **WWF France** s'est associée au projet pour une plus grande diffusion de l'outil dans les Territoires et Départements concernés et une duplication de ce dernier sur CD Rom à destination des enseignants de Collège, niveau quatrième. Reconnue à travers le monde entier, la **fondation WWF** est la première organisation mondiale de protection de la planète. Le **WWF** recherche dans le monde entier la concertation pour la mise en oeuvre de solutions concrètes et durables. L'institution a une réelle volonté d'impliquer l'ensemble des acteurs concernés : communautés locales, entreprises, gouvernements, organisations internationales et non gouvernementales, société civile...

Conçu par :



Edition 2010 financée par :



Cette édition 2018 a été réalisée grâce au soutien de délégation territoriale à la recherche et la technologie et en collaboration avec la délégation à la recherche de la Polynésie française pour la 27^{ème} édition de la Fête de la Science sur le thème : «les récifs coralliens, du gène à l'écosystème», et grâce à Univaïmer, groupe créé en 2005 et rassemblant 60 agences de voyages de ville réparties sur le territoire français sous différentes enseignes : Kuoni & Univaïmer, Jet tours & Univaïmer, Thomas Cook & Univaïmer, Asia & Univaïmer, et qui soutient l'association Te mana o te moana dans ses actions d'éducation et de conservation en faveur de l'océan mondial et des récifs coralliens.



Haut-Commissariat de
la République



Auteur : Association Te mana o te moana,

Vie Stabile, *Directrice et responsable Education*, Matthieu Petit, *Chargé de projets Environnement Marin*.

www.temanaotemoana.org - **Infographie :** Graphyx Communication.

Remerciements : Dr. Cécile Gaspar, présidente de l'association te mana o te moana, Catherine Vallette (Ecole Normale de PF / DESS), Dr. René Galzin (Criobe-EPHE), Annie Aubanel (Ifrecor), Sylvie Brasseur Tolifuu (Moorea Dolphin Center), Bernard Cressens (WWF), Patrick Albert (DEP), Laëtitia Lison de Loma (Enseignante Collège), Marie Stabile, Anne Jankeliowitch, Magali Lagant, Jean-Yves Meyer et Vaimiti Dubousquet (Délégation à la Recherche de Polynésie française) pour leur contribution à la relecture de ce manuel.

Le corail, on en parle beaucoup. Ce milieu naturel est très riche, mais pas présent partout ; il est fragile mais essentiel aux hommes. Il est menacé. On sait finalement bien peu de choses sur le corail à part l'idée de paradis sous marin multicolore qu'on s'en fait généralement.

Est-ce une plante ou un animal ? Comment se reproduit-il ? Pourquoi n'est-il pas présent sur toute la surface du globe ? Quelles sont les causes de sa disparition ? A qui profite t'il vraiment ? Quel est son intérêt pour les Collectivités de l'outre-mer français. Autant de questions auxquelles ce livret tente d'apporter des réponses.

Ce livret est un manuel pour l'enseignant du cycle central du second degré (niveau 4^{ème}). Il pourra être intégré dans le programme scolaire étant un outil " clé en main ", validé par des enseignants du collège ainsi que des formateurs du second degré. Retrouvez les domaines de compétences et les capacités d'apprentissages en fin de manuel.

A terme, ce manuel est un outil de sensibilisation des adolescents sur la nécessité de protéger les récifs coralliens par l'étude de cas géographiquement ciblés. Il vise à faire évoluer les comportements vers davantage d'éco-citoyenneté et de respect du milieu marin.

Sommaire :

I. Les récifs coralliens dans le monde

- I.1. Qu'est ce qu'un récif corallien ?
- I.2. Introduction au volcanisme et à la tectonique des plaques
- I.3. Grandes zones biogéographiques
- I.4. Formation et types de récifs
- I.5. Rôle des récifs coralliens

II. Les mystères du corail.

- II.1. Histoire de la découverte du corail
- II.2. Anatomie : polypes et zooxanthelles
- II.3. Reproduction et croissance
- II.4. Adaptations au milieu
- II.5. Biodiversité des coraux

III. Biodiversité des êtres vivants de l'outre-mer français

- III.1. Classification du vivant
- III.2. Oasis de vie
- III.3. Reproduction et cycle de vie des habitants du récif
- III.4. Relations au sein du récif corallien
- III.5. Adaptation au milieu
- III.6. Poissons tropicaux

IV. Les récifs en danger

- IV.1. Bilan : Les récifs menacés
- IV.2. Menaces naturelles
- IV.3. Menaces d'origine humaine
- IV.4. Changement climatique global
- IV.5. Développement durable et les solutions possibles

V. Spécificités des récifs coralliens de Polynésie française

Contacts utiles Centres de recherche en Polynésie française

Introduction

Les océans couvrent 361 millions de km², ce qui représente 97% du volume d'eau sur la terre ! Seuls 2% des fonds océaniques ont été explorés, il nous reste donc encore tant de choses à apprendre sur le monde sous-marin. Seuls 10 à 20% des écosystèmes marins sont connus 200 000 espèces marines sont actuellement répertoriées et il en reste probablement des millions à découvrir).

Avec la forêt tropicale humide, les récifs coralliens représentent l'écosystème le plus riche et le plus diversifié au monde. C'est également le plus vaste écosystème et le plus discontinu de la planète (près de 700 000 km² de récifs dans le monde). Les récifs coralliens couvrent moins de 1% de la surface des océans et abritent 4 000 espèces de poissons et près de 1 000 espèces de coraux durs. Ils peuvent représenter à eux seuls entre 1 et 9 milliards d'espèces.

Véritables oasis de vie dans le milieu marin, les récifs coralliens sont une source d'emploi pour plus de 100 millions de personnes à travers le monde, une ressource alimentaire prépondérante dans la vie contemporaine et un potentiel touristique pour tous les habitants des côtes et des îles. Malheureusement, cette richesse s'amenuise car elle est trop menacée. Il est urgent de comprendre pourquoi elle doit être protégée. Une meilleure gestion des ressources naturelles, en perpétuelle diminution, passe par une meilleure compréhension de ce qu'elles nous apportent.



Ce livret sur les récifs coralliens est une ressource pédagogique pour les enseignants du collège. Il a pour but d'éduquer et sensibiliser les jeunes sur l'indispensable gestion des récifs coralliens, patrimoine naturel vieux d'environ 200 millions d'années.

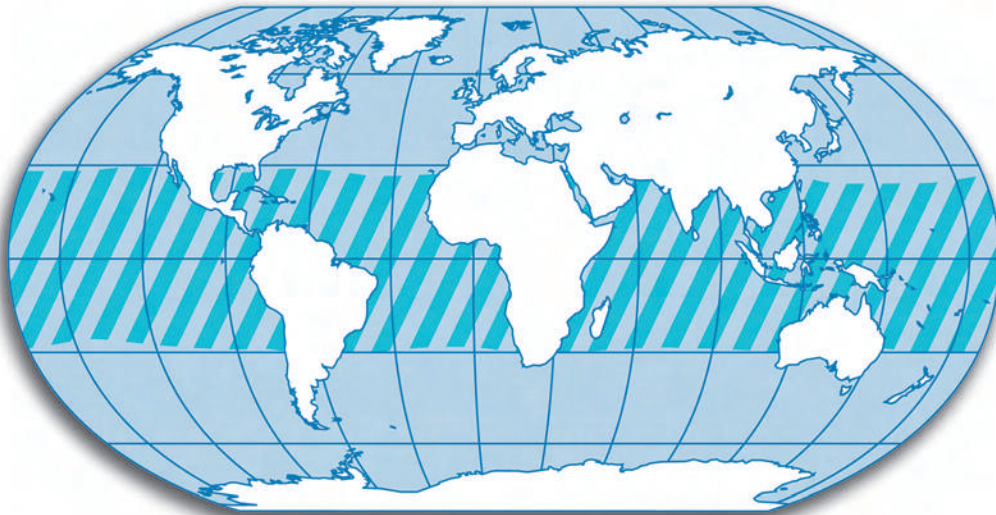
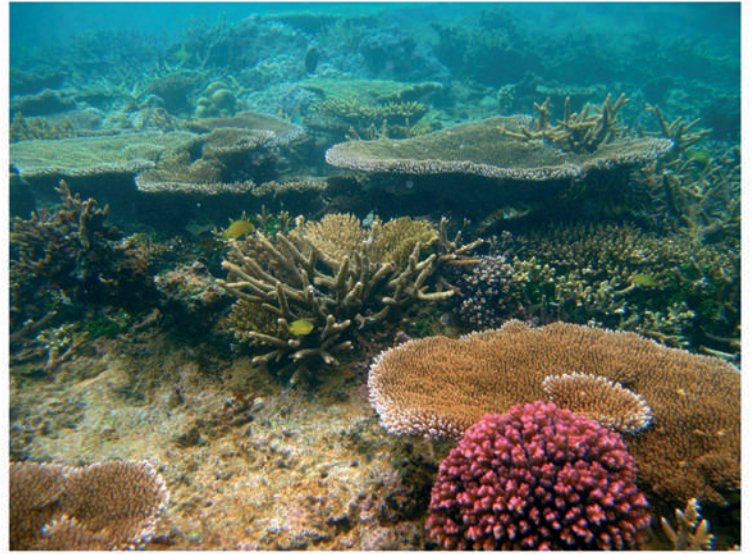
Les écosystèmes récifo-lagonaires de l'outre-mer, rassemblent à eux seuls 55 000 km², sur les 700 000 km² que compte la planète et sont répartis essentiellement dans les zones intertropicales des trois océans. Il nous a semblé essentiel de définir les spécificités des récifs des collectivités de l'outre-mer, afin que chacun puisse, à son niveau, comprendre et collaborer à la préservation de ces derniers.

Ainsi, nous plongerons tout d'abord dans le monde des récifs coralliens et des mystères qui y sont attachés, de son origine à ses multiples rôles. Puis, nous découvrirons la diversité et les caractéristiques de ces récifs coralliens dans le monde ainsi que les êtres vivants qui les peuplent. Nous voyagerons parmi les récifs des Territoires et Départements de l'outre-mer français. Ensuite, nous analyserons les dangers que rencontrent les récifs coralliens, tant naturels qu'anthropiques, pour enfin étudier les solutions possibles face à leur déclin.

Les mers et océans contiennent 97,5% du volume total d'eau sur la planète. Les 2,5% restants sont de l'eau douce en grande partie inaccessible : 68,9% de ce volume est stocké en neige de glace, 30,8% reposent sous terre et 0,3% sont des rivières et des lacs. Au final, l'homme ne peut disposer que de 0,001% du volume total d'eau sur la planète (220 000 km³).

I. Les récifs coralliens dans le monde

La biodiversité abritée par les récifs coralliens est évaluée à quelques millions d'espèces dont certaines sont encore méconnues. La plupart des récifs coralliens se trouvent dans les eaux chaudes peu profondes des régions tropicales et subtropicales, même si on retrouve certains coraux dans des eaux beaucoup plus froides, comme par exemple le corail rouge en Méditerranée.



Carte mondiale de répartition des coraux.

Etendues sur près de 700 000 km² (un peu plus que la surface de la France métropolitaine), les formations récifales sont réparties dans deux grands ensembles que sont la zone Indo - Pacifique et la zone Caraïbe (Atlantique). Les récifs coralliens y prospèrent grâce à la présence d'eaux chaudes (supérieures à 20°C) et salées et d'un substrat qui permet aux coraux de coloniser et de construire les récifs. S'étendant sur plus de 2 200 km, le plus grand récif corallien du monde se trouve au Nord-est de l'Australie ; il est inscrit au Patrimoine Mondial de l'Unesco depuis 1981. Les récifs coralliens de la Grande barrière de corail en Australie constituent la seule structure vivante visible depuis l'espace, à l'exception d'un barrage fait par les castors au Canada !

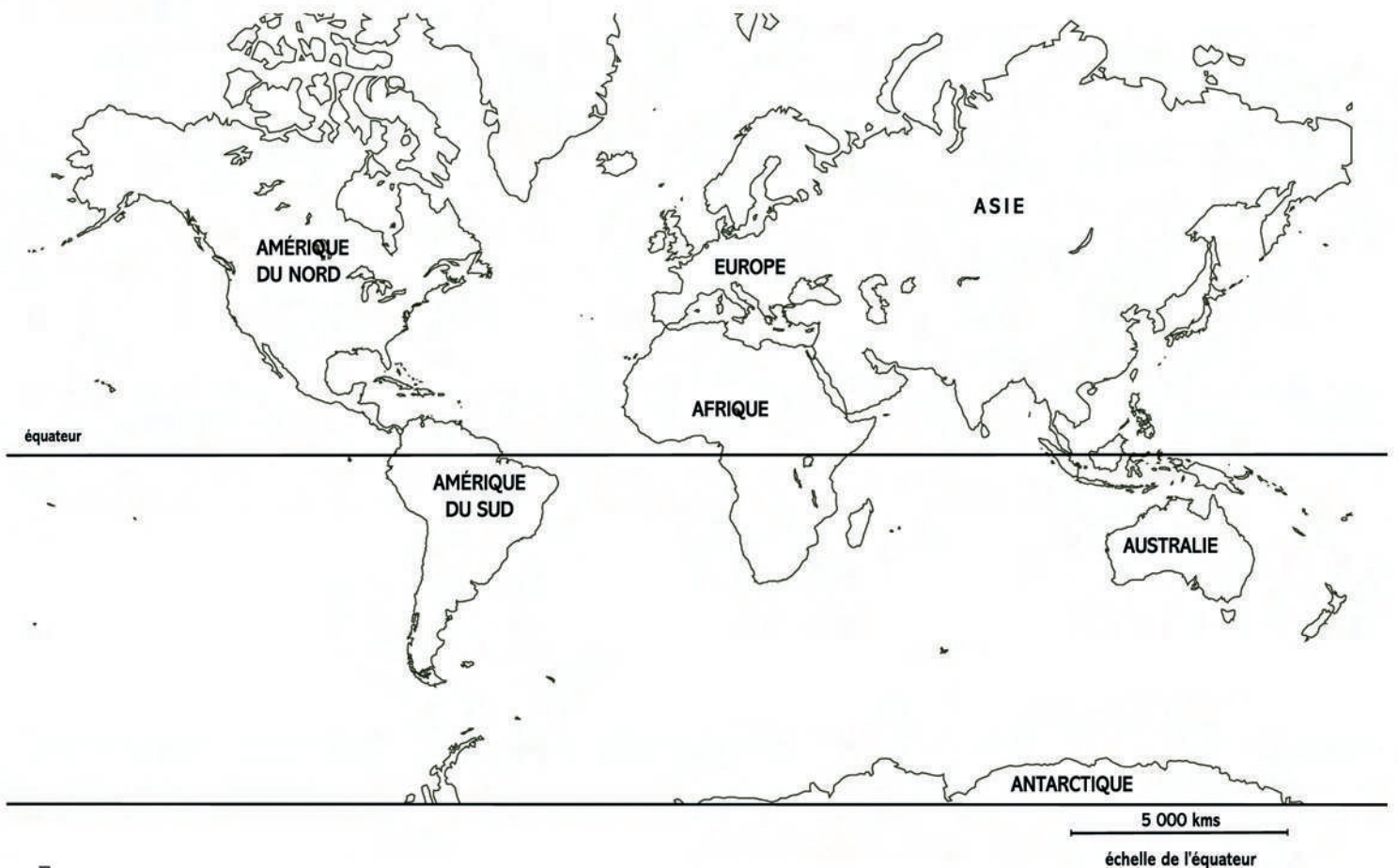
Les récifs coralliens de l'outre-mer français représentent à eux seuls 10% des récifs du monde. La France a, de ce fait, une grande responsabilité au niveau mondial dans la préservation de ces écosystèmes. Plus de 400 km² de récifs sont répertoriés dans les Antilles françaises (Guadeloupe, Martinique, Saint Barthélemy et Saint Martin), 1 500 km² dans l'océan Indien (Mayotte, Réunion, Îles Eparses), mais c'est dans l'océan Pacifique que les récifs coralliens sont les plus étendus avec 40 000 km² en Nouvelle Calédonie (qui dispose du plus grand lagon du monde), 65km² à Wallis et Futuna et 13 000km² en Polynésie française (le lagon de Rangiroa est le 2^{ème} plus grand lagon du monde). A noter qu'à elle seule, la Polynésie française comprend 20% des atolls de la planète (85 sur 425).



Exercice 1 : Essayez de reconnaître les photos correspondant à des récifs coralliens.



Exercice 2 : Placez sur le planisphère ci-dessous les grandes zones de répartition des récifs coralliens de la planète. Placez les zones tropicales et intertropicales ainsi que les océans du monde.

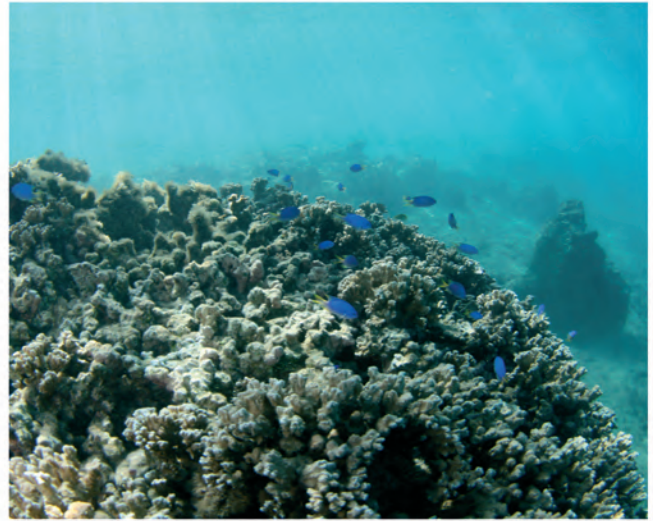


1.1. Qu'est ce qu'un récif corallien ?

Les récifs coralliens sont des constructions naturelles édifiées par des êtres vivants. Il existe des récifs de mollusques, des récifs d'algues calcaires, mais la plupart des récifs sont édifiés par des coraux, eux mêmes constitués de millions de minuscules **polypes** qui forment ainsi une structure complexe. Ils constituent la base d'un vaste écosystème auxquels sont rattachés les mangroves et les herbiers marins.

Les premières traces des récifs coralliens remontent à plus de 500 millions d'années, bien avant la période des dinosaures. Leur distribution varie fortement au fil des temps, alternant entre des phases de grande expansion géographique et des périodes de concentration dues aux aléas géologiques et climatiques de la planète. A notre époque, les récifs coralliens sont limités aux mers tropicales. La grande majorité des formations coralliennes se développent entre la surface et une trentaine de mètres de profondeur, à condition que la température de l'eau ne descende jamais au dessous de 20°C, que la teneur en sel soit constante et que l'intensité lumineuse soit suffisante.

Les coraux constructeurs de récifs appelés aussi **madréporaires** sont des animaux coloniaux composés d'une multitude de petits **polypes** qui sécrètent un squelette calcaire. Ces polypes constituent la partie vivante du corail.



Je retiens l'essentiel :

- Les récifs coralliens sont plus particulièrement présents dans la zone intertropicale des trois océans de la planète : océan Pacifique, Atlantique et Indien.
- 10% de ces derniers sont concentrés dans les Territoires et Collectivités de l'outre-mer français.
- La superficie des récifs coralliens dans le monde est de 700 000 kilomètres carrés.
- Les récifs coralliens constituent un écosystème très diversifié, vieux de 500 millions d'années.

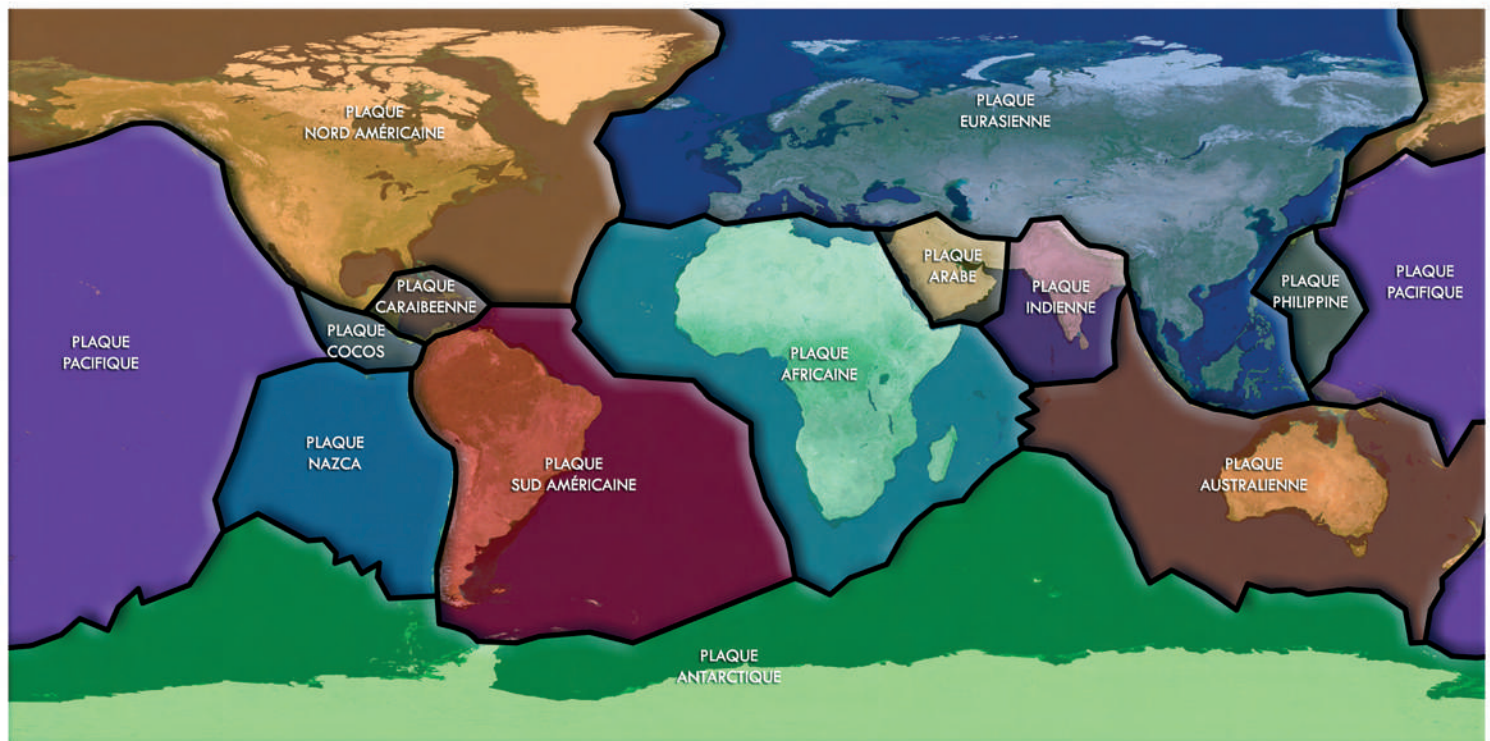
1.2. Introduction au volcanisme et à la tectonique des plaques

Pour comprendre la formation des récifs coralliens, il faut commencer par replonger dans la géologie et de façon plus spécifique dans la tectonique des plaques.

La géologie prend son origine du latin « *geo* » qui signifie « terre » et de « *logos* » qui signifie « science ». Elle définit la science qui s'intéresse à la planète Terre, aux roches qui la composent, aux phénomènes internes et externes qui l'affectent, ainsi qu'à son histoire. Elle permet aux hommes de découvrir les substances minérales dont ils ont besoin pour leurs multiples activités, mais aussi de prévoir et de comprendre certaines catastrophes naturelles comme les séismes, les volcans ou les tsunamis.

La surface de la Terre est formée de douze plaques mobiles que sont le Pacifique, l'Eurasie, l'Afrique, l'Antarctique, l'Inde - Australie, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, Nazca, les Philippines, l'Arabie, Coco et les Caraïbes (voir schéma ci-dessous).

Ces zones stables (les **plaques tectoniques**) sont délimitées par des zones étroites et géologiquement actives que l'on appelle « points chauds » et qui sont situées au niveau des **failles**, des chaînes de montagnes et des dorsales océaniques. La surface de la terre est en perpétuel mouvement. L'ensemble de ces mouvements est appelé « la tectonique des plaques » et provoque **séismes** et **éruptions volcaniques** au niveau des points chauds.



Les 12 grandes plaques tectoniques

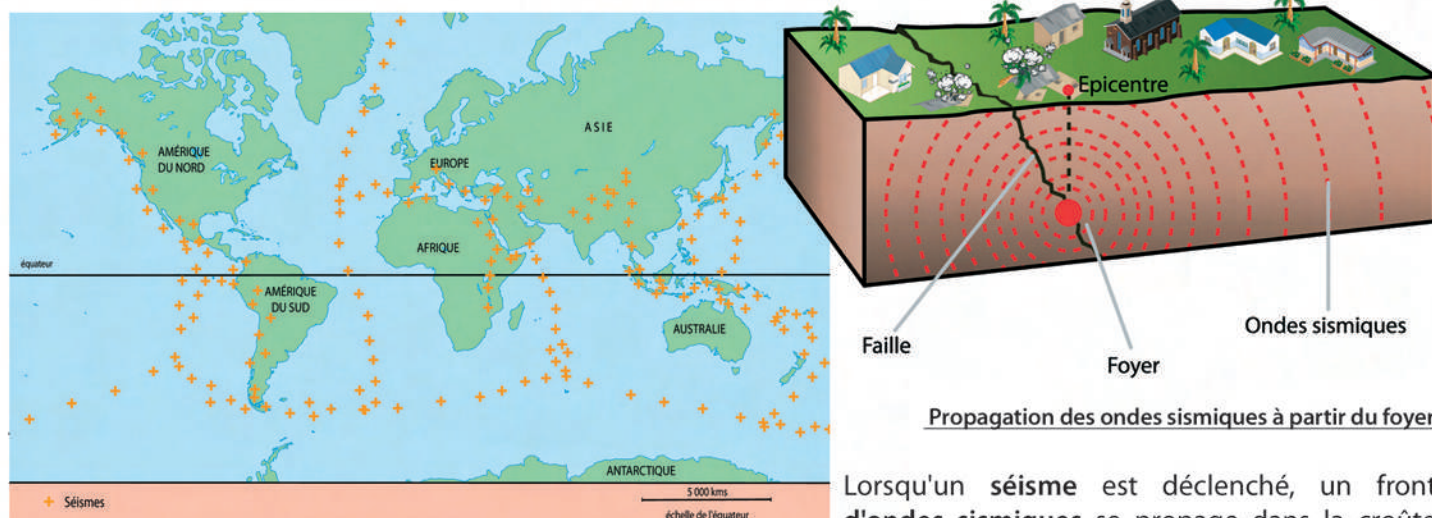
Je retiens l'essentiel :

- La planète Terre est formée de 12 plaques en mouvement appelées « plaques tectoniques ».
- Faille : point de cassure dans l'écorce terrestre dû aux contraintes qui s'exercent en permanence sur les roches.
- Éruption volcanique : libération du magma et/ou de gaz par un volcan.

Le saviez vous ? : La plus longue chaîne montagneuse est à la limite des plaques océaniques, elle mesure 60 000 km de long et parcourt toute la terre.

Les séismes

Les **séismes** ou tremblements de terre sont des manifestations brutales et brèves de l'activité du globe terrestre. Ils résultent d'une rupture soudaine des roches en profondeur et se manifestent par des déformations à la surface de la Terre. Ce sont des forces s'exerçant en permanence sur les roches et finissant par provoquer leur rupture soudaine au niveau de « **la faille** ». Le **foyer** du séisme est le lieu où se produit la rupture. A partir du foyer, la déformation se propage sous forme d'**ondes sismiques** enregistrables dans toutes les directions, provoquant ainsi des dégâts très importants à la verticale du foyer nommée l'**épïcéntr**e.



Carte de la répartition des séismes à la surface de la Terre.

En observant la carte de répartition des séismes, on constate qu'ils sont particulièrement fréquents dans certaines régions situées le long des dorsales et près des fosses océaniques, dans les chaînes de montagne.

Lorsqu'un **séisme** est déclenché, un front d'**ondes sismiques** se propage dans la croûte terrestre. On nomme foyer le lieu dans le plan de faille où se produit réellement le séisme, alors que l'**épïcéntr**e désigne le point à la surface terrestre à la verticale du **foyer**. Pour enregistrer les ondes sismiques d'un séisme, on utilise un « sismomètre » qui est un appareil très sensible permettant aux spécialistes de déterminer la magnitude sur l'échelle de Richter.

Je retiens l'essentiel :

Un séisme est une série de secousses violentes provoquant des déformations à la surface de la Terre : il se propage sous forme d'ondes sismiques dans toutes les directions et provoque des modifications avec destruction du paysage et des effets néfastes sur les populations et les constructions.

Les définitions à retenir :

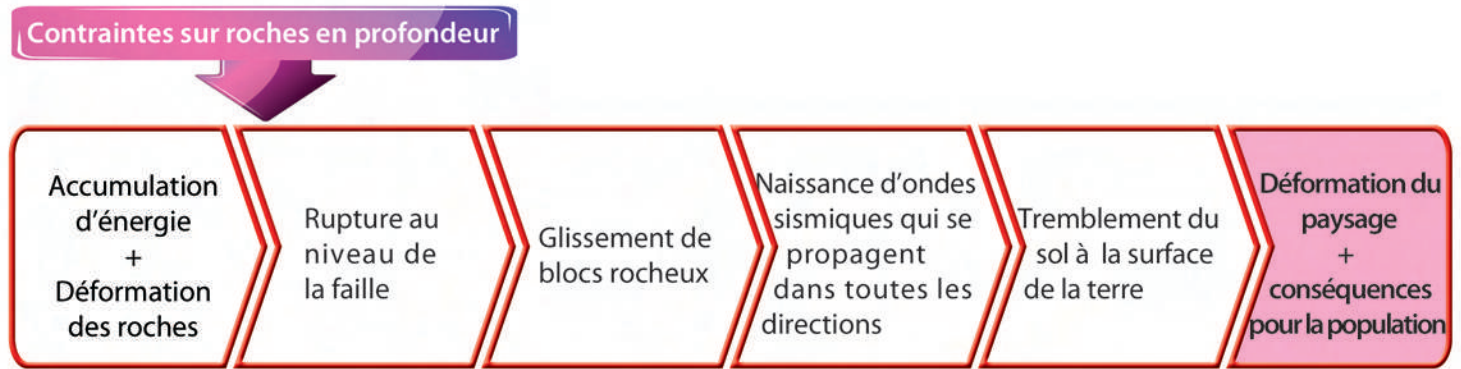
Epïcéntre : point de la surface terrestre où le séisme est ressenti avec le plus d'intensité (plus on s'en éloigne, moins le séisme est ressenti) et qui est situé à la verticale du foyer.

Foyer du séisme : point où se produit la rupture des roches en profondeur, à l'origine des ondes sismiques.

Ondes sismiques : vibrations issues de la déformation (dont l'origine est le foyer) et qui se propagent.

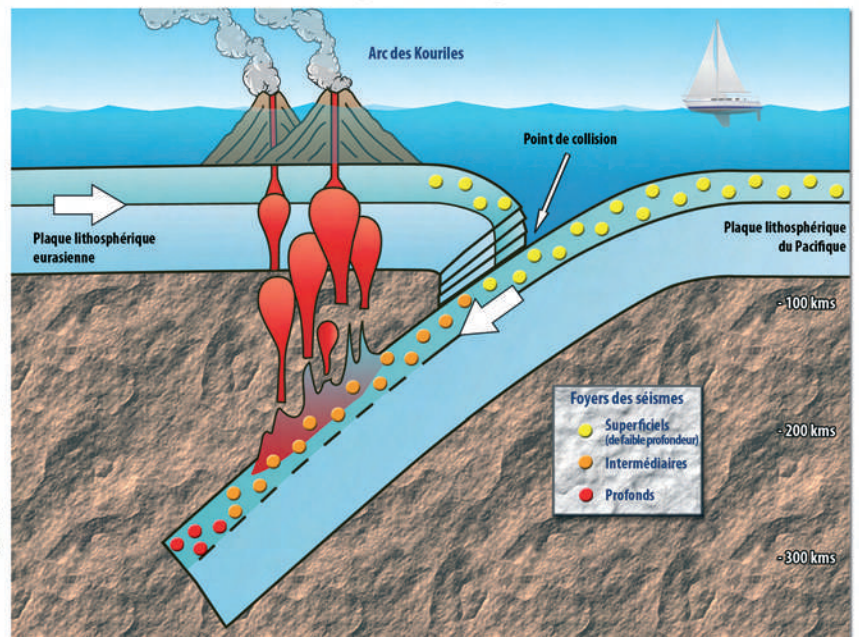
Le saviez-vous ? L'échelle de Richter a été instaurée en 1935. Elle nous fournit ce qu'on appelle la magnitude d'un séisme, calculée à partir de la quantité d'énergie dégagée au foyer. Elle se mesure sur une échelle ouverte. A ce jour, le plus fort séisme a atteint 9,5 sur l'échelle de Richter (Chili).

Essayons de comprendre la cause d'un séisme



La **lithosphère** (couche terrestre rigide) est soumise à des contraintes. Sous l'effet de celles-ci, causées le plus souvent par le mouvement des plaques tectoniques, la lithosphère accumule de l'énergie. Lorsqu'en certains endroits, la limite d'élasticité est atteinte, il se produit une ou des ruptures : les failles. L'énergie brusquement dégagée le long de ces failles cause des séismes. Si les contraintes se poursuivent dans cette même région, l'énergie va à nouveau s'accumuler et causer de nouvelles ruptures dans les plans de faille déjà existants. A cause des forces de friction entre les deux parois d'une faille, les déplacements qui s'effectuent le long de celle-ci se font par coups successifs, créant à chaque fois un séisme.

Dans une région donnée, des séismes se produiront à plusieurs reprises le long d'une même faille, puisque cette dernière constitue un plan de faiblesse dans la lithosphère. A noter que les séismes ne se produisent que dans la lithosphère (rigide) et jamais dans l'**asthénosphère** (moins rigide). La coupe ci-contre montre que la plaque du Pacifique vient s'enfoncer sous la plaque eurasienne provoquant le volcanisme qui forme l'arc insulaire des Kouriles et qui est à l'origine de nombreux séismes au niveau de la collision entre les plaques lithosphériques.



Répartition de plaques océaniques : exemple de la rencontre entre l'Eurasie et le Pacifique.

Les définitions à retenir :

Lithosphère : partie superficielle, très rigide de la terre dont l'épaisseur varie de 70 à 150 km, qui repose sur l'asthénosphère.

Asthénosphère : partie située sous la lithosphère, moins rigide, qui s'étend jusqu'à 700 km de profondeur.

Plaque lithosphérique : zone lithosphérique stable de la surface terrestre délimitée par des zones de forte activité sismique et volcanique.

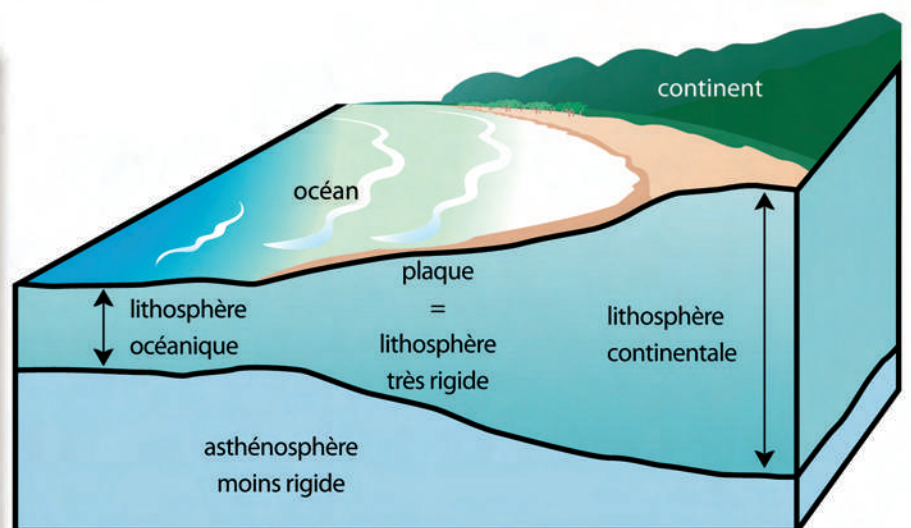
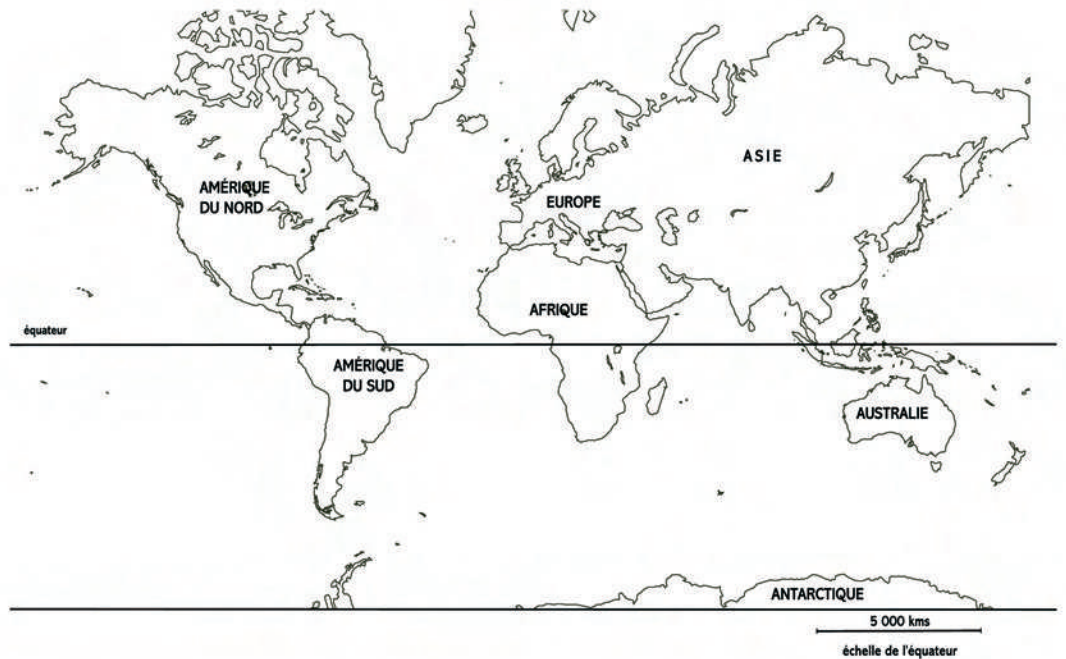


Schéma de la structure d'une plaque lithosphérique sur l'asthénosphère.

Exercice 1 : Retracez, à l'aide du planisphère ci-contre, les grands types de reliefs terrestres que sont :

- les chaînes de montagnes (en marron)
- les dorsales océaniques (en bleu)
- les fosses océaniques (en rouge)
- répartissez en pointillés les zones de séismes à travers le monde (en vert).

Que remarquez-vous ? Peut-on dire qu'il est possible de prévoir un séisme ? Pourquoi ? Étayez votre réponse à l'aide de deux exemples.



Exercice 2 : Etudions l'Extrait d'un article de Presse Internet. Répondez aux questions après lecture.

Un puissant séisme frappe Haïti - France Info - 12 janvier 2010

D'une magnitude de 7,3 sur l'échelle de Richter, il a provoqué des dégâts très importants, notamment dans le centre de la capitale, Port-au-Prince. Pas encore de bilan humain, mais il y aurait des centaines de victimes.

La terre a tremblé, à Haïti. L'épicentre a d'abord été évalué au large des côtes, puis à l'intérieur des terres, à 16 km seulement de la capitale, Port-au-Prince. **Une secousse puissante, de plus d'une minute**, ressentie évidemment par les habitants.

Un séisme, de **magnitude 7,3** sur l'échelle de Richter, selon l'Institut géologique américain, voilà qui est important pour la région et qui ne laisse pas présager de bonnes choses pour l'avenir.

D'ailleurs, une **alerte au tsunami** a été activée pour Haïti, Cuba, les Bahamas et la République dominicaine. *"Il existe un risque de tsunami local qui pourrait toucher les côtes situées au plus à 100 km de l'épicentre du tremblement de terre"*, explique l'Institut géologique américain.

Quelques minutes plus tard, des répliques ont été enregistrées, d'une magnitude de 5,9 puis 5,5.

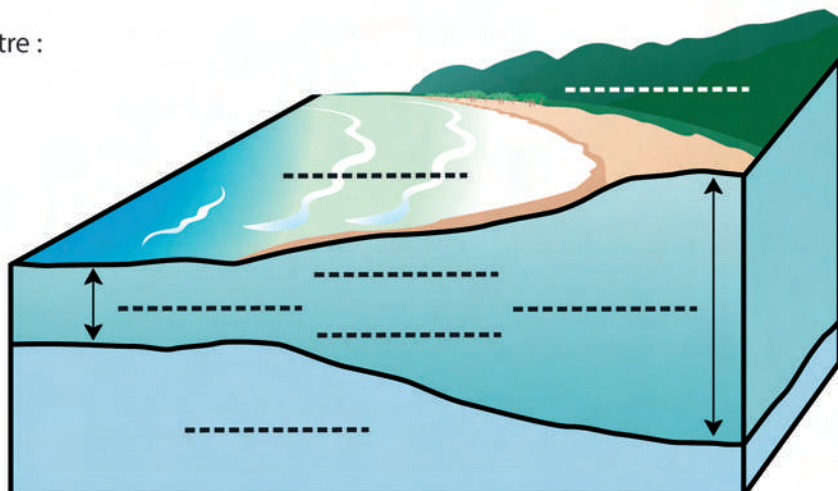
Il s'agit du séisme le plus violent enregistré à Haïti depuis 200 ans. De magnitude 7, suivi de puissantes répliques, les experts expliquent son effet dévastateur par le fait qu'il s'est produit à une faible profondeur.

Un géophysicien de l'institut géologique américain (USGS) à Golden dans le Colorado a indiqué **qu'aucun séisme de cette ampleur n'avait été enregistré à Haïti depuis plus de 200 ans.** *"Il y a eu deux tremblements de terre majeurs en 1750 et 1771, mais depuis il n'y en a pas eu de cette magnitude"*, a dit Dale Grant. Le séisme a été suivi quelques minutes plus tard par une forte réplique d'une magnitude de 5,9 et une veille au tsunami a été lancée dans la zone des Caraïbes. De nombreuses autres répliques ont suivi.

Le séisme de magnitude 7 qui a frappé Haïti est d'autant **plus dévastateur qu'il s'est produit près de la surface, à environ 10 km de profondeur sous la croûte terrestre**, explique Yann Kinger, spécialiste de tectonique à l'Institut de Physique du Globe (IPG). *"C'est un séisme qui est très superficiel, car il s'est produit dans la croûte à une profondeur d'environ 10 kilomètres. Ce n'est pas du tout un séisme de subduction comme on peut en avoir aux Antilles assez souvent"*, explique Yann Kinger.

"C'est un séisme qu'on appelle en décrochement, où on a un mouvement horizontal. Il s'est produit à la limite nord de la plaque Antilles par rapport à la plaque nord-américaine. L'épicentre est peu profond, ça va faire beaucoup de dégâts, pour un séisme en décrochement, ce n'est pas une profondeur anormale. Les séismes en décrochement peuvent déclencher des énergies importantes". Selon cet expert la faille était identifiée et surveillée **mais l'épicentre situé à seulement 15 km au sud-ouest de la capitale Port-au-Prince explique en grande partie l'importance des dégâts.** [...]

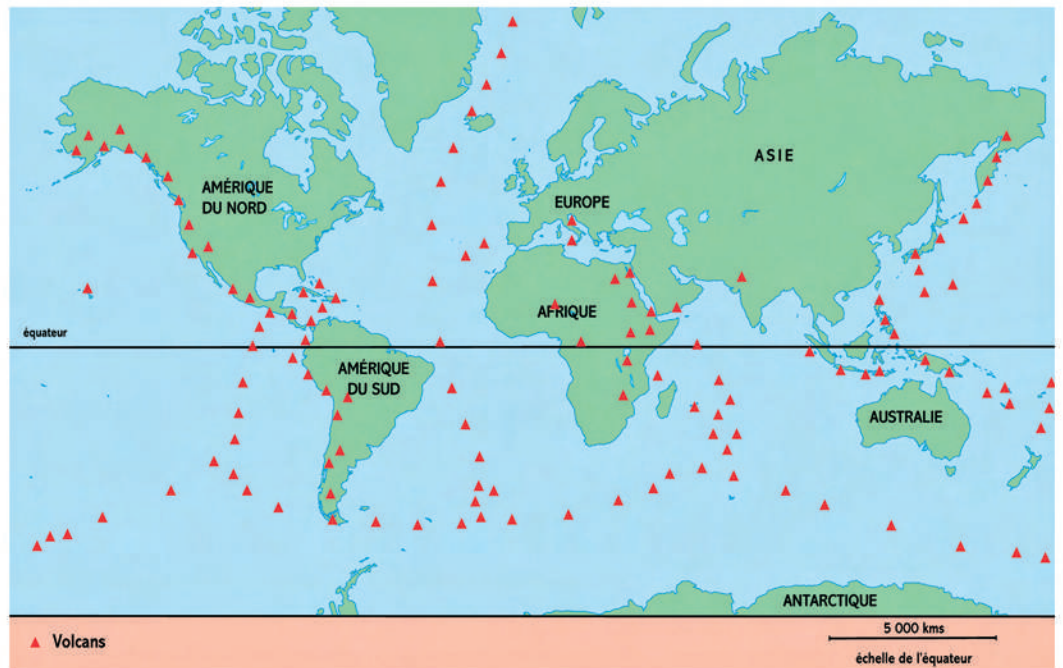
Exercice 3 : Légendez le schéma ci-contre :



Le volcanisme :

Les **volcans** actifs sont alignés sur les continents, principalement autour de l'océan Pacifique et le long des grandes cassures. Dans les océans, les zones volcaniques se situent au niveau de l'axe des dorsales océaniques.

Le **volcanisme** est l'arrivée en surface de matière minérale en fusion, nommée « le **magma** ».



Carte de répartition du volcanisme actif à la surface de la Terre.

L'arrivée en surface de certains magmas donne naissance à des coulées de lave. L'arrivée d'autres magmas est caractérisée par des explosions projetant des matériaux. Les manifestations volcaniques sont donc des émissions de lave, de gaz et des explosions projetant des matériaux solides fragmentés.

Les matériaux émis constituent « l'**édifice volcanique** ».

Le refroidissement par étape du magma, sa solidification sous forme de cristaux ou de verre, donnent naissance aux roches volcaniques. La structure de la roche conserve la trace des conditions du refroidissement. Un refroidissement rapide (en surface) donne des **microlites** et du verre volcanique. Un refroidissement lent du magma (en profondeur) donne naissance à de gros cristaux.

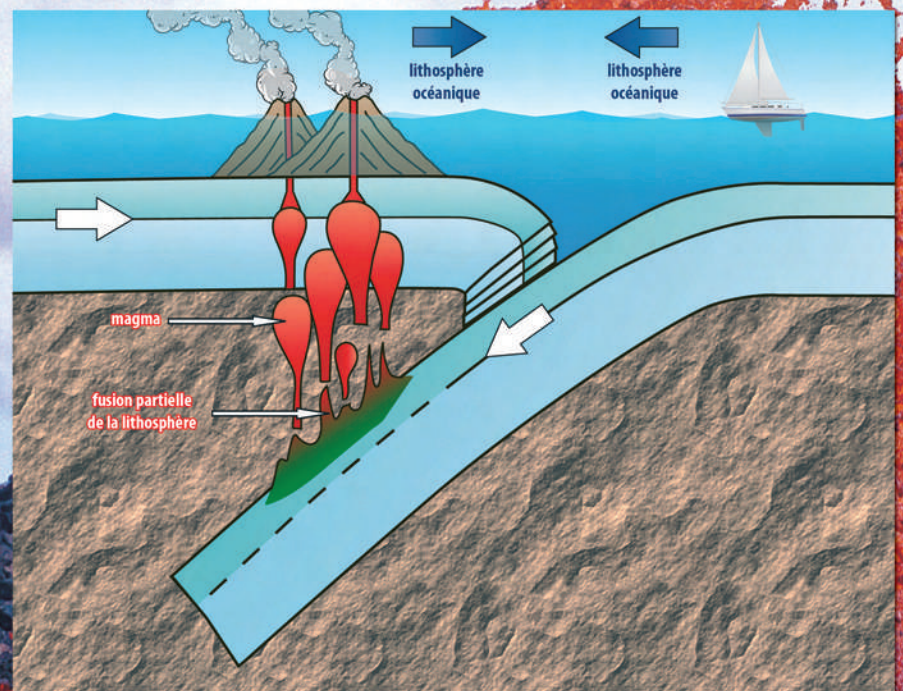


Schéma présentant le volcanisme.

Bulle info :

Volcanisme et naissance d'une île, quel lien ?

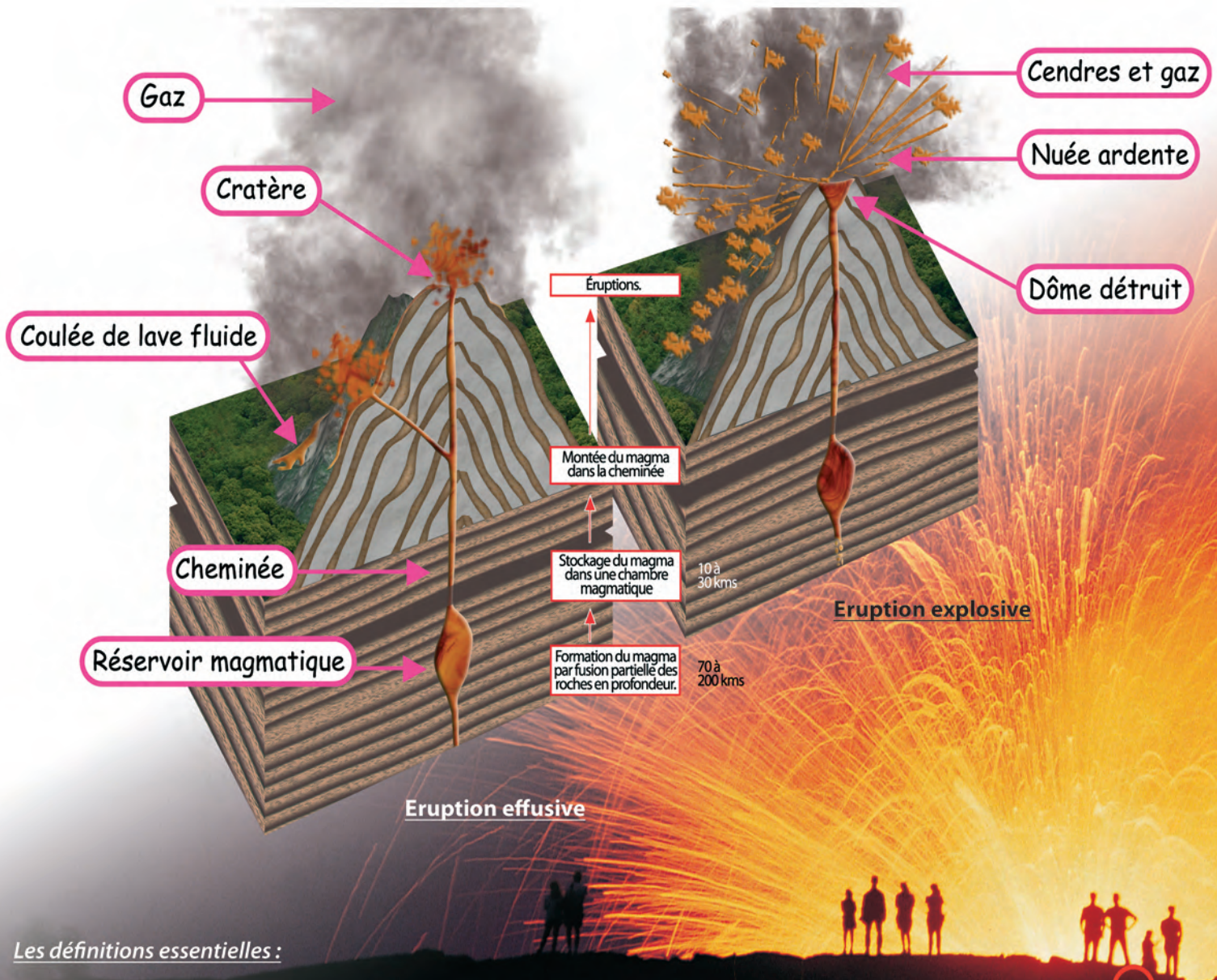
Il faut comprendre qu'une île naît soit par détachement d'un morceau de continent (Madagascar par exemple) soit par apparition d'un volcan là où il n'y avait rien (îles volcaniques de Polynésie française par exemple). Ces terres émergées réunissent les conditions nécessaires à la vie des coraux, une formation corallienne peut naître.

Le volcanisme se manifeste par 2 types d'éruptions volcaniques :

▶ Si le magma est peu visqueux, les gaz s'échappent facilement, provoquant l'arrivée en surface de laves fluides : c'est ce que l'on nomme « **une éruption effusive** ».

▶ Si le magma est visqueux, les gaz s'accumulent et sont libérés lors d'explosions violentes : c'est ce que l'on nomme « **une éruption explosive** ».

On peut donc dire que les gaz contenus dans le magma sont les « moteurs » des éruptions.



Les définitions essentielles :

Lave : matière en fusion émise par un volcan.

Magma : matière minérale en fusion véhiculant des éléments solides et du gaz. Il est issu de la fusion partielle des roches du sous sol et s'accumule dans un « réservoir magmatique ».

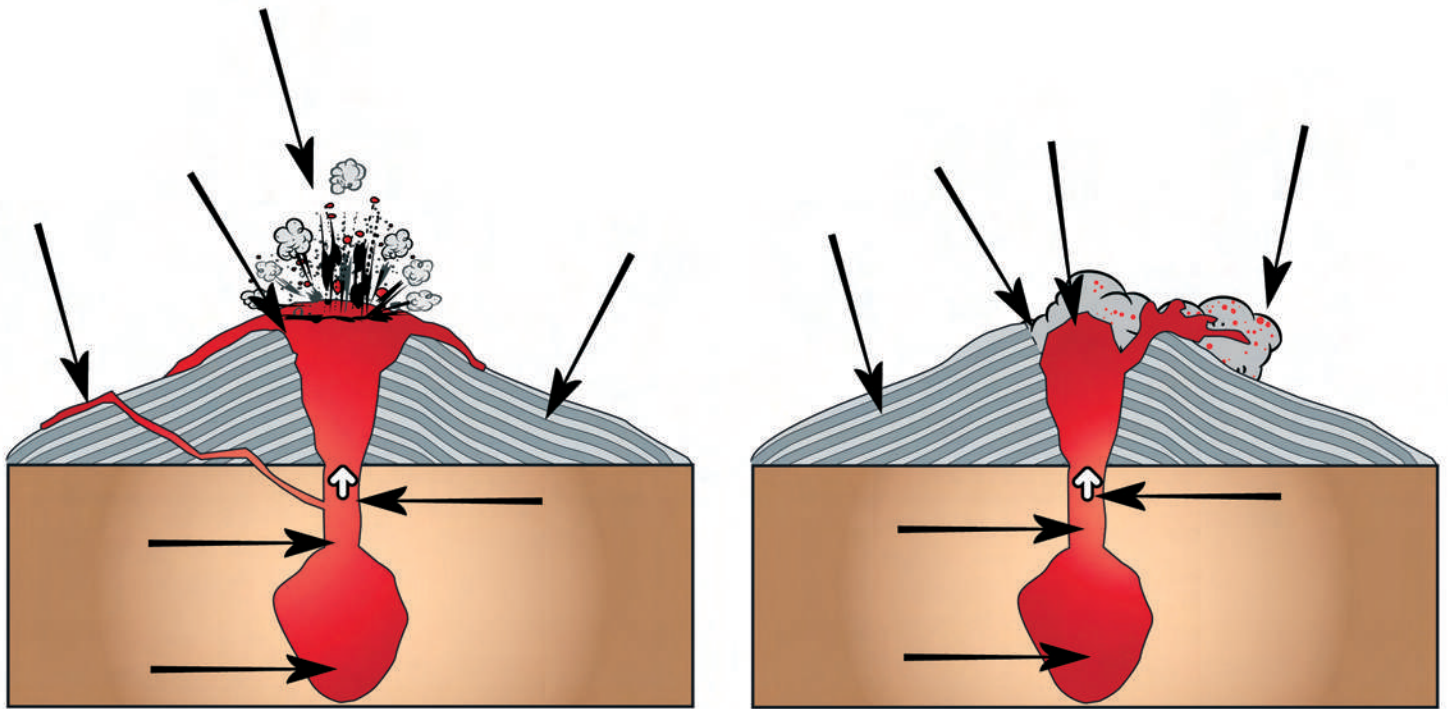
Edifice volcanique : accumulation des produits émis lors des éruptions successives

Microlites : petits cristaux composants la roche volcanique.

Roches volcaniques : résultat du refroidissement par étapes du magma et sa solidification sous forme de cristaux de verre.

Exercice 1 : Sur le schéma ci-dessous :

- Complétez les légendes.
- Indiquez par des flèches les déplacements du magma et de la lave.
- Précisez la caractéristique principale de la lave et le type d'activité de chaque éruption.
- Expliquez en quoi ces éruptions contribuent à la construction de l'édifice volcanique.
- Déterminez quel schéma représente une éruption effusive ou une éruption explosive.



Exercice 2 : A partir de recherches dans une bibliothèque ou sur Internet, déterminez parmi la liste de volcans ci-dessous lesquels sont actuellement actifs, à éruption effusive et à éruption explosive. Donnez leur localisation.

Le Vésuve – Kilauea – Le Piton de La Fournaise – Merapi – Mont Rainier – Le Kilimandjaro – Le Stromboli – Pinatubo – La Soufrière – Moorea – l'Etna – Le Nyiragongo – Le Pinatubo – Mont Baker – Le cratère du Ngorongoro.

Je retiens l'essentiel :

Le volcanisme est l'arrivée en surface de magma contenant des gaz. Deux grands types d'éruptions se manifestent (éruptions effusives et éruptions explosives). Les roches volcaniques proviennent du refroidissement du magma.

La fusion partielle d'une roche en profondeur donne un magma riche en gaz. Stocké dans un réservoir magmatique en profondeur, ce magma remonte à la surface en dégazant.

La structure microlitique (petits cristaux, microlites en verre) d'une roche volcanique est due aux conditions de refroidissement du magma en profondeur et de la lave en surface.

Les tsunamis et raz de marée

Le mot **tsunami** doit son origine au japonais « tsu » qui signifie « port » et « nami » qui signifie « vague » ; sa définition littérale est donc une « vague portuaire ».

Un **tsunami** est une immense vague provoquée en général par des séismes ; mais les tsunamis peuvent aussi être provoqués par une avalanche ou un glissement sous-marin, ou même par la formation d'un volcan.

Dans le cas d'un séisme sous-marin, une ligne de faille (endroit où deux plaques de la croûte terrestre glissent l'une contre l'autre) peut, suite à des frottements de forte intensité, se briser. On appelle « **foyer** », cette ligne de cassure. Une des plaques se relève et pousse l'eau située au-dessus. Cette eau, arrivée en surface, va créer une onde. Cette onde est une vague qui peut avoir quelques centimètres ou plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Si la mer est profonde, la vague est haute et sa vitesse peut atteindre 800 km/h. Le tsunami de 2004 à Sumatra, par exemple, a fait des vagues allant de 300 à 700 km/h.

Essayons de comprendre en images :

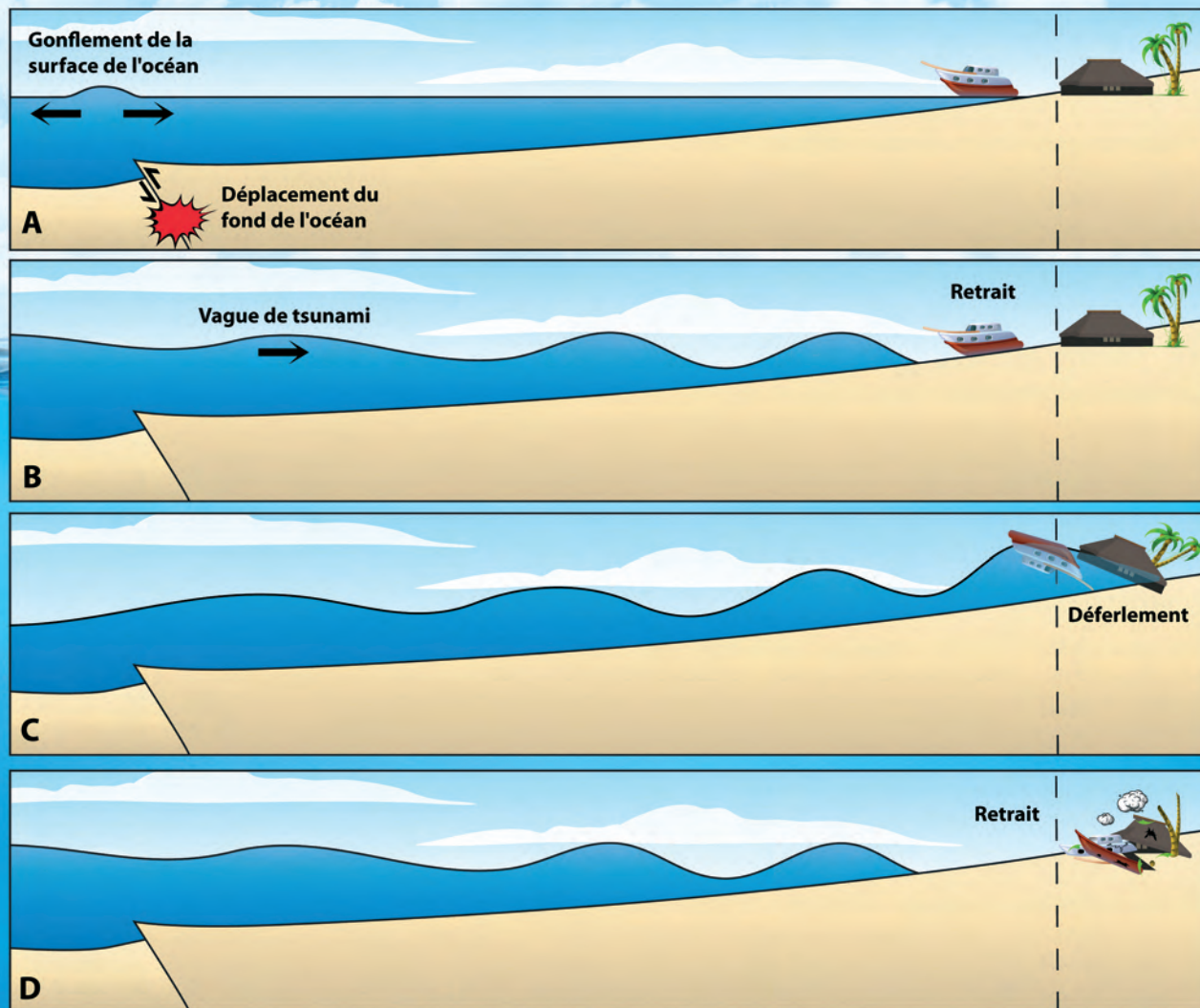


Schéma illustrant la nature d'un tsunami engendré par un soulèvement du fond marin causé par un séisme.

(A) : Soulèvement du fond marin engendrant un gonflement de la masse d'eau (qui donne lieu à une vague en surface de l'océan à peine perceptible). Cette vague va se gonfler en eau peu profonde pour atteindre des amplitudes pouvant aller jusqu'à 30 m avec une vitesse de propagation estimée de 500 à 800 km/heure en eau profonde (milliers de mètres), diminuant à quelques dizaines de km/heure en eau peu profonde (moins de 100 m). Un tsunami initié par un mouvement du fond marin à la suite d'un séisme qui se sera produit à 1 000 km des côtes viendra frapper ces dernières environ 2 heures plus tard. Le phénomène de la vague déferlante qui balaie tout sur son passage est appelé « raz de marée ».

(B) : On observe un retrait de la mer à l'approche de la première vague de tsunami.

(C) : La première vague arrive.

(D) : Celle-ci peut être suivie d'un second retrait, puis d'une autre vague, et ainsi de suite. On compte normalement moins de dix vagues qui diminuent progressivement en amplitude.

Exercice 1 : Construisez un modèle de tectonique des plaques.

Exercice 2 : Analysons la théorie de Wegener :

Alfred Wegener (1880-1930) est le premier en 1915 à émettre l'hypothèse que les continents étaient autrefois réunis en une seule masse continentale : la Pangée.

Dans son livre « *La Genèse des continents et des océans* », il écrit que « *Les continents doivent s'être déplacés l'un par rapport à l'autre : l'Amérique du Sud doit avoir été contiguë à l'Afrique au point de constituer avec elle un bloc continental unique. Ce bloc s'est scindé en deux parties qui se sont écartées au cours du temps comme dérivent les tronçons d'un glaçon se brisant dans l'eau* ».

- A partir de recherches, confirmez cette théorie en trouvant trois exemples illustrant le fait que l'Amérique du Sud et l'Afrique furent un seul et même bloc. A quelle époque ce phénomène se serait-il produit ?

Exercice 3 : Etudions le tsunami qui s'est produit en Indonésie en 2004.

Répondez aux questions ci-dessous après avoir lu ce texte extrait du site Internet Terra nova :

« La catastrophe qui a touché l'Asie le 25 décembre 2004 a été provoquée par le plus violent séisme enregistré dans le monde depuis 40 ans.

Les Tsunamis ont été ressentis jusque sur les côtes d'Afrique de l'Est à plus de 6 000 kilomètres. (...) Le tsunami se propage à partir du lieu de la secousse, traversant l'océan à une vitesse qui peut atteindre 800 km/h. (...) Le tsunami qui a frappé le sud-est asiatique a couvert plus de 2 200 km en trois heures.

Les vagues abordent les côtes à une vitesse de 30 à 40 km/h. La hauteur de cette masse d'eau de plusieurs centaines de kilomètres de long est comprise entre 10 et 30 m. »

Expliquez le séisme qui a produit le tsunami de 2004. Situez l'endroit où s'est produit l'épicentre du séisme. Quels ont été les pays touchés ? Les villes ? Jusqu'où la vague s'est elle propagée ?

Exercice 4 : Répondez aux questions suivantes :

- La vitesse de déplacement d'une vague de tsunami est elle la même près des côtes qu'en zone profonde ? Pourquoi ? Argumentez votre réponse.

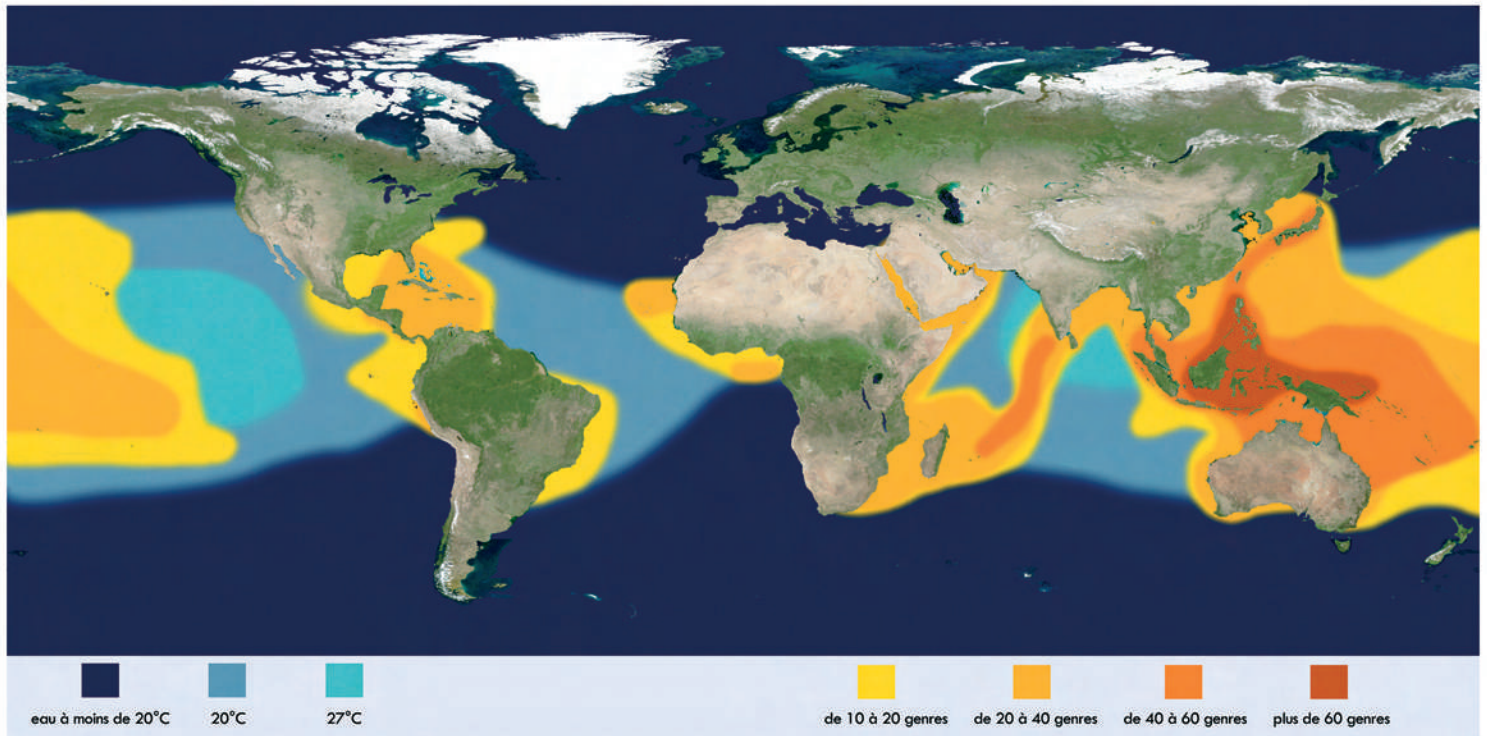
- D'après vous, une vague de moins d'1 m de hauteur dans l'océan va-t-elle augmenter ou diminuer à son arrivée sur les côtes ou près de la ligne de rivage ?

- A quels risques (sismiques, volcaniques, aucun, aux deux) sont soumises les îles suivantes : La Guadeloupe et la Martinique ? - La Réunion ? - La Nouvelle-Calédonie ? - La Polynésie française ? Expliquez vos choix.



1.3. Les grandes zones biogéographiques

Comme nous l'avons vu précédemment, les récifs coralliens sont présents dans trois océans du globe. Cependant, l'aire de répartition des récifs est assez restreinte puisque la majorité d'entre eux se forme dans une zone s'étendant entre 30° de latitude Nord et 30° de latitude Sud. Ils couvrent 700 000 km², ce qui représente approximativement la surface de la France. On peut les comparer aux 23 millions de km² occupés par les forêts tropicales et subtropicales).



Carte de répartition des récifs coralliens

Les récifs coralliens s'édifient principalement dans des zones comprises entre 0 et 30m de profondeur. Ils nécessitent une eau claire avec une luminosité élevée, ainsi que d'être situés dans des zones dont la température de l'eau est comprise entre 20°C et 30°C (zones suffisamment chaudes pour leur calcification).

C'est pourquoi, la grande majorité des récifs coralliens se trouve dans les eaux littorales de la zone intertropicale (notamment dans la zone des Caraïbes (la plus pauvre au niveau des peuplements) et la zone Indo-Pacifique (avec des peuplements beaucoup plus riches).

Pourquoi il n'y a pas de récif au-dessus du Brésil dans l'Atlantique Ouest et à la partie sud de l'Afrique dans l'Atlantique Est ? Deux explications :

- d'une part, parce que les eaux douces de l'Amazonie sont très chargées en sédiments qui limitent leur expansion sur la côte sud-américaine,
- d'autre part, parce que les côtes africaines sont trop riches en sédiments détritiques et trop affectées par les remontées d'eaux froides.

Notons également que la salinité est un facteur important dans la répartition des récifs coralliens, ce qui explique également leur exclusion près des grands deltas tels que celui de l'Amazonie ou du Gange.

La province Indo-Pacifique héberge les récifs coralliens les plus diversifiés avec une biodiversité incroyable du fait de la présence des plus grandes constructions de récifs jamais réalisées par des êtres vivants. Le plus grand nombre d'espèces de coraux existants se rencontrent sur les côtes des Philippines, d'Indonésie et sur la Grande Barrière de corail d'Australie qui s'étire sur 2 200 kilomètres. Au fur et à mesure que l'on s'écarte de ces zones (en traversant l'Océan Indien vers les côtes africaines, ou en sillonnant le Pacifique), la biodiversité diminue.

Le saviez-vous ? Si la salinité est trop faible, le corail ne peut pas vivre. Ainsi, aux embouchures de rivières, l'eau douce abaisse la salinité et inhibe la croissance des coraux. Des centaines d'années plus tard, ces zones dénuées de corail deviennent des passes, situées dans l'axe des vallées.

En s'appuyant sur un planisphère, nous constatons que les 10 collectivités d'outre-mer sont disséminées dans les trois océans précités.

Les collectivités illustrent une grande part de la diversité insulaire mondiale, du fait de leur géomorphologie, leur localisation, leur répartition, leur taille et leur âge.

Que représentent les collectivités ? :

- des îles isolées : la Réunion, les Iles Éparses, la Polynésie française et Clipperton,
- des îles bordées d'îlots : la Martinique, Mayotte, Saint-Barthélemy, Saint-Martin, Wallis et Futuna,
- des archipels : la Guadeloupe, la Nouvelle Calédonie,
- des regroupements d'archipels et d'îles : la Polynésie française,
- des atolls : la Polynésie française et la Nouvelle Calédonie,
- des îles sans récifs coralliens sur leurs littoraux : Saint-Pierre-et-Miquelon.

Je retiens l'essentiel

Les principaux facteurs environnementaux déterminant les zones de distribution des récifs et leurs richesses sont :

- la température,
- la salinité et la charge en sédiments de l'eau de mer,
- la profondeur et l'intensité lumineuse.

Les schémas biogéographiques générés par ces facteurs peuvent donc être :

- soit, corrélés à la latitude : température, lumière, courant.
- soit, non corrélés à la latitude : qualité du substrat, qualité des eaux, nutriments, écologie locale et barrières de dispersion régionales.

Biogéographie : étude de la répartition des espèces vivantes (tant végétales qu'animales) et des causes de cette répartition.

Comment sont répartis les récifs coralliens des collectivités et territoires d'outre-mer ?



Exercice 1 : Placez sur un planisphère les différentes Collectivités de l'outre-mer. Que remarquez-vous ?? Ces îles sont-elles des îles continentales ou des îles océaniques ? Expliquez votre choix.

Exercice 2 : *Problème* : Une colonie de corail est installée par des plongeurs dans le lagon. La colonie est fixée sur le fond près d'une épave, à 12 mètres de profondeur. L'eau est limpide et en observant autour d'eux, les plongeurs voient de nombreux poissons comme des carangues et des demoiselles qui nagent à proximité. Les plongeurs ressortent de l'eau et n'ont pas froid, la température de l'eau était de 26°C.

En se basant sur les éléments précédents, peut-on dire ce qu'il va advenir de la colonie de corail ? Donnez des exemples de perturbations de l'environnement qui peuvent empêcher sa survie ?

1.4. Formation et types de récifs

Les coraux appartiennent à l'embranchement **des Cnidaires** (voir schémas page 32 et en fin de livret) comme les anémones de mer et les méduses. Ils construisent le récif corallien qui abrite une multitude d'espèces animales et végétales. Il existe près de 1 000 espèces de coraux dans les eaux tropicales dont la croissance varie avec la forme et la structure du squelette.

Les récifs coralliens sont des formations naturelles habitées par des coraux constructeurs appelés « **madrépores** » (à l'origine de nombreuses montagnes calcaires). Les récifs coralliens existent depuis **2 milliards d'années** sous des formes de vie très différentes de nos récifs actuels qui eux, datent de 200 millions d'années.

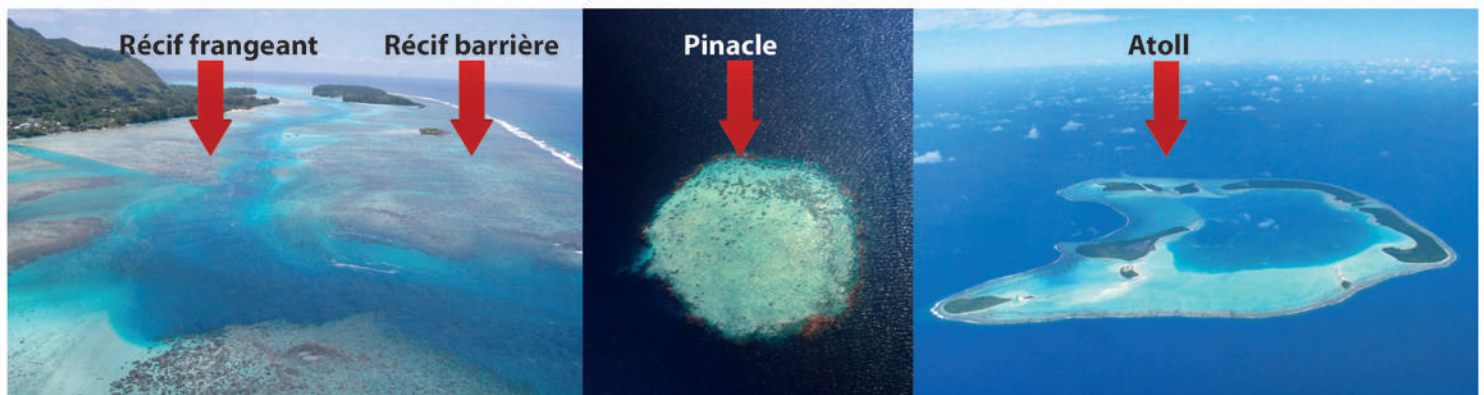
Bulle info :

Les montagnes calcaires qui nous entourent (comme les Préalpes provençales) sont le résultat du dépôt, il y a quelques 500 millions d'années, de squelettes d'organismes marins, y compris des coraux constructeurs de récifs qui étaient alors présents sous nos latitudes.

Les coraux se développent d'abord sur le pourtour des îles hautes, qui offrent les conditions de température et de luminosité adéquates. Ils forment ainsi un **récif frangeant**. Pendant des millions d'années, ces îles s'enfoncent petit à petit sous le niveau de la mer. Le récif frangeant devient alors une **barrière de corail**, séparée du rivage par un lagon. Une fois l'île entièrement submergée, il ne reste en surface que le récif corallien : il forme un **atoll**, avec en son centre, le lagon. Ainsi, tous les atolls ont eu, des millions d'années auparavant, une île haute occupant l'espace de ce qui est maintenant un lagon central. Suivant les types de récifs, les espèces animales et végétales présentes diffèrent.

Distinguons 4 types de récifs :

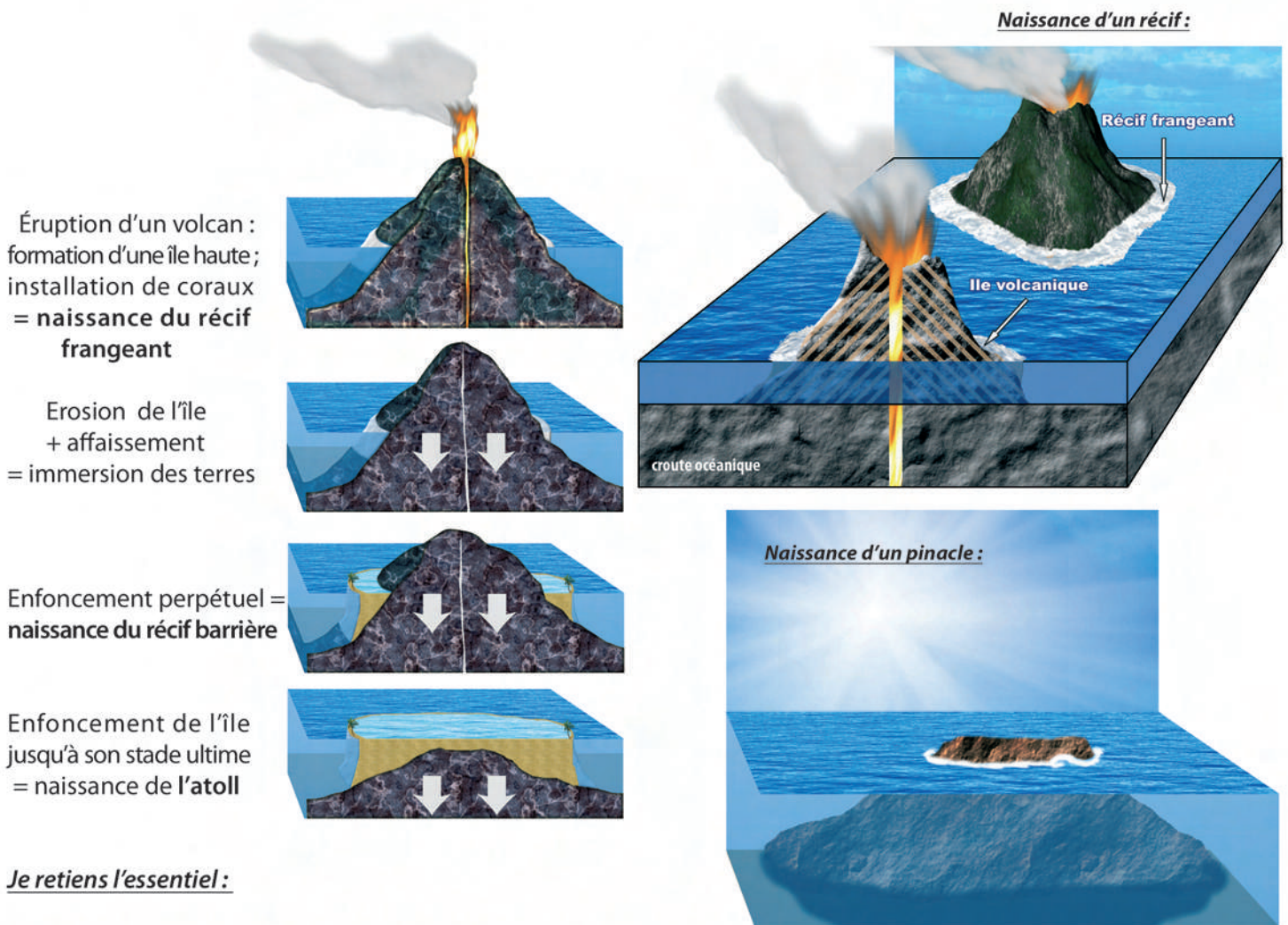
1. Le **récif frangeant** : accolé à la côte, c'est le récif le plus dégradé du fait de sa localisation, proche des zones d'agglomérations.
2. Le **récif barrière** : résulte de l'enfoncement de l'île haute dans l'océan ; il est donc séparé de la côte par un lagon ; c'est le récif le plus soumis à des épisodes de courant violent.
3. **L'atoll** : c'est le stade ultime de l'enfoncement de l'île haute ; c'est un récif annulaire de haute mer entourant le lagon central. On ne trouve les atolls que dans les océans Pacifique et Indien.
4. Le **pinacle** : construction corallienne isolée, caractérisée par un édifice corallien au milieu de l'océan ou du lagon. La base récifale prend naissance sur un fond haut, proche de la surface.



Les différents types de récifs

Les récifs océaniques se développent la plupart du temps sur la base immergée d'un volcan océanique dont l'éruption a eu lieu au milieu des océans. Peu après l'émersion du volcan, les coraux s'installent sur son rivage et leur squelette forme une nouvelle roche, du calcaire. C'est ainsi que naît un récif corallien. Suivant la position du récif par rapport à l'ancien volcan, on parlera de récif frangeant, de récif barrière ou d'atoll. La morphologie ou la forme de ces récifs dépend donc de leur histoire géologique, de leur origine, des conditions de milieu dans lesquelles ils se sont développés, en particulier des vents, des courants, de la houle et des marées. La proximité des zones terrestres avoisinantes peut également avoir une incidence sur leur forme et leur évolution.

Comprenons en image : comment naissent les récifs coralliens ?



Je retiens l'essentiel :

Étape 1 : il y a formation d'une île haute au niveau d'un point chaud. Les éruptions volcaniques associées aux mouvements du plancher océanique vont avoir pour conséquence l'émergence d'une terre puis d'une île haute avec un volcan (comme en Polynésie française, avec l'exemple des Marquises).

Étape 2 : l'érosion et l'affaissement du plancher océanique sous le poids de l'île vont entraîner petit à petit l'immersion des terres (comme à Moorea en Polynésie française).

Dans le même temps, il y a apparition d'un récif frangeant qui va ensuite évoluer en récif barrière.

Étape 3 : l'île continue à s'enfoncer jusqu'à son stade ultime : disparition de l'île volcanique, créant ainsi l'atoll. Les atolls sont donc des îles beaucoup plus anciennes que les îles hautes (Rangiroa en Polynésie française en est un bon exemple).

Étape 4 : l'atoll disparaît, il n'y a plus aucune terre émergée visible. Ce stade est appelé « guyot » (volcan sous-marin dont le sommet présente une topographie plane).

Le saviez-vous ? Charles Darwin avait décrit le processus de formation de l'atoll. Dans les années 1830, Charles Darwin a parcouru les mers à bord du HMS Beagle. Il émit l'idée que tous les récifs coralliens océaniques sont soutenus par des montagnes volcaniques. Les récifs frangeants, les barrières et les atolls sont des étapes dans le processus de développement du récif. Par exemple, aux États-Unis, la partie volcanique de l'atoll d'Enewetak* est recouverte de 1 000m de matière corallienne. Ce récif existe depuis plus de 30 millions d'années et s'est enfoncé sous la masse du récif. Autre exemple, avec les îles Hawaïi qui ont subi les effets du mouvement des plaques tectoniques. Les îles Hawaïi et les récifs qui les supportent ont été transportés vers le Nord-Ouest par le mouvement de la plaque du Pacifique. Les atolls à l'extrême Nord de la chaîne paraissent « noyés » à l'approche du « point Darwin ». Un point théorique qui correspond à une croissance trop faible du récif par rapport aux récents changements du niveau de la mer.

1.5. Rôle des récifs coralliens

Avec la forêt tropicale, les récifs coralliens représentent l'écosystème le plus riche et le plus diversifié de la planète. Ils contiennent plus de vie que la plupart des autres zones naturelles dans le monde. Les récifs coralliens peuvent à eux seuls abriter entre 1 et 9 milliards d'espèces alors qu'ils couvrent moins de 1% de la surface des océans. Enfin, les récifs coralliens protègent les côtes, les littoraux et les infrastructures humaines (bâtiments, cultures) des assauts de l'océan, des événements météorologiques intenses comme les cyclones, les tempêtes, etc. Sans leur récif, certaines îles disparaîtraient vite par l'érosion des puissantes houles cycloniques.



Plus de 4 000 espèces de poissons et près de 1 000 espèces de coraux durs y logent. On peut dire que les récifs coralliens sont indispensables aux habitants des zones océaniques tropicales. Ils leur fournissent :

- **des zones de reproduction.** A l'exemple de la baleine à bosse qui vient de l'Océan Antarctique jusqu'en Polynésie française pour se reproduire et mettre bas, de nombreuses espèces se reproduisent et naissent au sein des récifs coralliens.
- **des zones d'alimentation.** Certains animaux trouvent au sein des récifs coralliens une source quasi inépuisable de nourriture. Des espèces telles que la tortue imbriquée s'y alimentent d'éponges et de petits invertébrés.
- **un refuge.** De nombreuses espèces utilisent la complexité des formes et des structures du récif pour se mettre à l'abri de leurs prédateurs. Les juvéniles se rassemblent dans certaines zones où ils vont pouvoir grandir sans risquer de se faire manger. Ces zones sont appelées « nurseries ».



Essentiels à la biodiversité des océans, les récifs coralliens sont également indispensables aux hommes ; ils sont source de revenus mais offrent aussi un espace de loisirs apprécié par ses visiteurs.

Depuis des millénaires, les récifs coralliens fournissent aux habitants des zones tropicales leur alimentation quotidienne. Les poissons, les crustacés et les mollusques constituent 20% des protéines animales consommées pour 2,6 milliards de personnes à travers le monde ; chaque habitant consomme en moyenne 16,2 kg de poissons par an. Les populations locales vivant près des récifs coralliens y pêchent du poisson et y récoltent des coquillages, des algues et d'autres produits de la mer, s'approvisionnant ainsi continuellement en nourriture mais aussi en matériaux divers utiles au quotidien.

Les récifs coralliens constituent également une richesse pour les populations. Ils sont une source d'emplois (38 millions dans le monde). La pêche, mais aussi l'aquaculture (pisciculture, perliculture, conchyliculture) et le tourisme sont des activités économiques principales pour la plupart des habitants des zones côtières qui dépendent étroitement de la bonne santé du récif corallien.

De plus, les récifs coralliens sont un attrait pour l'écotourisme et notamment pour les plongeurs qui viennent du monde entier pour découvrir les merveilles d'un récif corallien foisonnant de vie et de couleurs.

On sait également que le patrimoine biologique naturel du récif corallien représente un intérêt pour la recherche pharmaceutique. Il existe déjà des principes actifs de médicaments que l'on extrait d'espèces directement liées aux récifs coralliens, et tant de découvertes restent à faire... Par exemple, la moitié des recherches actuelles sur les médicaments anticancéreux concerne des éléments de la biodiversité des récifs coralliens. Le corail, de par sa structure poreuse à base de carbonate de calcium, se révèle parfaitement compatible avec le corps humain et est déjà utilisé en tant que prothèses osseuses.



Je retiens l'essentiel

Les récifs coralliens constituent une protection naturelle pour les terres habitées, un écosystème naturel pour les ressources piscicoles, une ressource économique pour le tourisme, etc.

Exercice 1 : Extrait du site internet Miroirs

« Dès la rentrée du *Beagle*, Darwin, en même temps qu'il travaillait au journal de son voyage, distribua à divers spécialistes le matériel zoologique et botanique qu'il avait recueilli, se réservant toutefois l'étude de pièces géologiques et des crustacés Cirripèdes. Après son journal de voyage, ses premières publications se rapportèrent aux observations géologiques qu'il avait faites sur les récifs coralliens et les îles volcaniques.

Sa théorie relative aux formations coralligènes des atolls et des récifs-barrières fut « conçue avant qu'(il eût) vu un seul récif de corail »; elle repose sur l'hypothèse d'un affaissement progressif du socle permettant à mesure, la croissance verticale des Madréporaires, Cnidaires pour la plupart coloniaux et généralement inféodés à des eaux peu profondes; encore qu'elle ne puisse être totalement généralisée, l'hypothèse de Darwin a été parfaitement vérifiée dans de nombreux cas. Dans son étude des îles volcaniques, commencée à Santiago, il montre, en accord avec Lyell, qu'un volcan résulte seulement d'une fracture de l'écorce terrestre, et non d'une boursoufflure de celle-ci, par où s'écoulent les laves qui édifient le cône ».

Lors de son voyage sur le *Beagle*, Darwin observa, entre autres choses, la morphologie des îles coralliennes de l'océan Pacifique et de l'océan Indien. Le texte ci-dessus illustre la théorie de Darwin sur la formation des récifs coralliens suite à ses observations publiées en 1851. A cette époque, il ne put trouver une explication « entièrement correcte » du passage d'une île volcanique entourée d'un récif frangeant à un récif barrière, puis à un atoll.

a) En vous aidant de ce que vous savez sur l'expansion des fonds océaniques et de ses conséquences, comment aujourd'hui interprétez-vous les observations de Darwin ?

b) La loi empirique qui relie la profondeur du plancher océanique à son âge (en négligeant le poids des sédiments) est donnée par :

$$P(t) = 350\sqrt{t} + 2500$$

où $P(t)$ est la profondeur en mètres au temps t , et t est l'âge de la croûte océanique en millions d'années.

c) Tracez l'allure de cette fonction. A quelle profondeur moyenne se met en place le plancher océanique ?

d) En supposant que le volcan autour duquel se sont installés les coraux avait une altitude de 700 m et qu'il reposait sur une croûte âgée de 16 millions d'années, calculez le temps nécessaire pour qu'il soit complètement submergé.

e) A partir de recherches sur Internet, faites un résumé de la biographie de Darwin.

Je retiens l'essentiel :

Les récifs coralliens sont indispensables à la vie car :

- ils sont une source d'emploi pour les habitants des îles et des littoraux,
- ils soutiennent l'économie locale,
- ils sont une source de vie pour la biodiversité des océans,
- ils sont un refuge et un garde-manger pour les espèces d'animaux et de végétaux des océans,
- ils sont une source de nourriture pour les hommes,
- ils protègent les habitations littorales,
- ils peuvent soigner les populations.

**SOURCE DE VIE, SOURCE DE RICHESSE, SOURCE DE REVENUS
= RESSOURCES VITALES POUR L'HUMANITE**

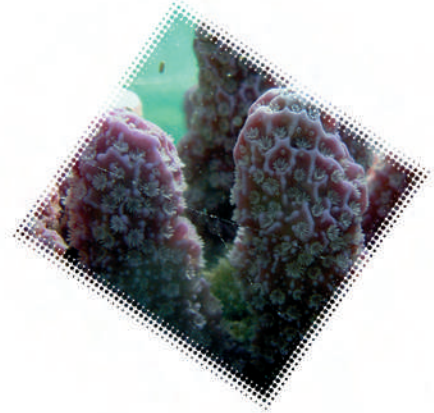
Un peu d'histoire : Le saviez vous ?

Des dieux, des monstres et des héros,

Le terme « océan » vient du mot grec *Ôkeanos*, fils du Ciel (*Ouranos*) et de la Terre (*Gaia*). Dieu puissant, il est à l'origine de toute l'eau terrestre. Depuis l'aube de l'humanité, la mer a fasciné et fait rêver les poètes et les curieux de tous âges. Elle a aussi suscité crainte, respect et humilité. Ses terribles colères ont emporté tant de courageux marins, ses eaux cachent des monstres redoutables tel le Kraken, cette pieuvre géante qui entraîne les navires dans les abîmes, ou encore les mystérieuses sirènes qui envoûtent les matelots. La littérature, la musique, la peinture, le cinéma se sont nourris de la puissance, de l'immensité, du mystère et de la beauté de l'océan.

II. Les mystères du corail.

Le mot « corail » prend son origine du latin *corallium* ou encore *coralium*. Il est défini comme un animal vivant construisant des récifs. Un corail est composé de milliers d'animaux microscopiques appelés « polypes » (cf. partie II.2 : anatomie du corail).



II.1. Histoire de la découverte du corail

C'est dans la mythologie grecque que l'on voit la première apparition du corail. Il était alors défini comme un végétal qui durcissait au contact de l'air. On l'appelait aussi « arbre pierre ». Il était narré que c'est au contact de la tête de la Méduse, coupée par Persée, que les pousses molles végétales ont puisé la force de durcir à l'air et sont devenues le corail.

La légende de Persée.

Extrait de : Les Métamorphoses de Ovide.

Livre IV. Traduction nouvelle annotée par Anne-Marie Boxus et Jacques Poucet (2006)

La légende de Persée : première partie

Persée et Atlas métamorphosés en montagne

Ovide passe à la légende de Persée, et la similitude de l'impiété manifestée au dieu Bacchus à Thèbes et à Argos lui sert de transition. Dans cette dernière ville en effet, le roi Acrisius refuse de reconnaître la divinité de Bacchus et surtout l'origine divine de son petit-fils, Persée, fils de Danaé et de Jupiter. Bientôt pourtant, le pouvoir « surhumain » de Persée devient manifeste. Il se déplace à travers les airs, grâce à des ailes, transporte avec lui la tête de la Gorgone Méduse qu'il a décapitée, et survole l'univers tout entier.

Au cours de ses déplacements aériens, Persée arrive chez Atlas, un géant qui règne sur un immense territoire situé aux confins de l'Occident. Ce roi puissant possédait notamment un verger portant des fruits d'or. Persée, pour l'amadouer, fait état de son ascendance jupitérienne et de ses exploits, mais il se fait violemment repousser, car un oracle avait prédit qu'un fils de Jupiter déroberait les fruits d'or du verger merveilleux. Suite à cet accueil peu cordial, Persée dirige sur Atlas la face de Méduse, qu'il emportait partout avec lui. Atlas est métamorphosé en une montagne immense, qui supporte le ciel avec tous ses astres.

Persée et Andromède - Métamorphose des coraux

Quittant le pays d'Atlas par les airs, Persée arrive en Éthiopie où il aperçoit, enchaînée à un rocher près du rivage, une jeune fille très belle, dont il s'éprend aussitôt. Il apprend qu'elle s'appelle Andromède et qu'elle subit un châtement pour une faute commise par sa mère. Pendant qu'il s'informe, un monstre menaçant se dresse à la surface de la mer, semant l'épouvante générale. Persée se présente alors aux parents désespérés, Céphée et Cassiope, souverains d'Éthiopie, à qui il demande de devenir leur gendre. En contrepartie, il sauvera Andromède. Les parents lui accordent la main de leur fille et lui promettent en outre leur trône.

Un combat épique se déroule entre Persée et le monstre qu'il finit par tuer, suscitant le soulagement et l'allégresse. Andromède est délivrée de ses chaînes.

Persée qui, après son exploit, a déposé sur un lit de feuilles et de tiges la tête de Méduse, est indirectement responsable de la métamorphose d'une plante marine en corail, pétrifiée au contact de la tête de la Gorgone, phénomène que reproduisent les nymphes de la mer.

Noces de Persée et Andromède - Récit du combat de Persée contre Méduse

Après avoir offert des sacrifices appropriés à Jupiter, Minerve et Mercure, Persée épouse Andromède au cours d'une fête grandiose offerte par Céphée, dans son luxueux palais.

Au cours du banquet, Persée est amené à raconter son combat contre Méduse : après une allusion peu explicite à son passage chez les filles de Phorcys (les Grées), le héros narre son itinéraire périlleux jusqu'au séjour des Gorgones. Sans croiser directement le regard de Méduse, dont le visage se reflétait sur son bouclier, Persée lui trancha la tête, d'où jaillirent Pégase et Chrysaor. Persée raconte encore ses nombreux voyages, puis explique que les cheveux de Méduse sont devenus des serpents, par suite d'une vengeance de Minerve, laquelle utilisa ensuite ces serpents sur son bouclier.

Exercice 1 : Traduisez la légende ci-dessous, extraite du Livre IV *Les Métamorphoses* d'Ovide puis résumez cette légende.

4, 663 *Clauferat Hippotades aeterno carcere uentos,
admonitorque operum caelo clarissimus alto*
4, 665 *Lucifer ortus erat ; pennis ligat ille resumptis
parte ab utraque pedes teloque accingitur unco
et liquidum motis talaribus aera findit.
Gentibus innumeris circumque infraque relictis
Aethiopum populos Cepheaue conspicit arua.*
4, 670 *Illic inmeritam maternae pendere linguae
Andromedan poenas iniustus iusserat Ammon.
Quam simul ad duras religatam bracchia cautes
uidit Abantiades (nisi quod leuis aura capillos
mouerat et tepido manabant lumina fletu, (...))*
4, 695 *cum sic hospes ait: « Lacrimarum longa manere
tempora uos poterunt, ad opem breuis hora ferendam est.
Hanc ego si peterem Perseus Ioue natus et illa,
quam clausam inpleuit fecundo Iuppiter auro,
Gorgonis anguicomae Perseus superator et alis (...)*
4, 715 *praebentem Phoebos liuentia terga draconem,
occupat auersum, neu saeua retorqueat ora,
squamigeris auidos figit ceruicibus ungues,
sic celeri missus praeceps per inane uolatu
terga ferae pressit dextroque frementis in armo (...)*
4, 725 *quaque patet, nunc terga cauis super obsita
conchis, nunc laterum costas, nunc qua tenuissima cauda
desinit in piscem, falcato uerberat ense.*

*Belua puniceo mixtos cum sanguine fluctus
ore uomit ; maduere graues adspergine pennae.*
4, 730 *Nec bibulis ultra Perseus talaribus ausus
credere conspexit scopulum, qui uertice summo
stantibus exstat aquis, operitur ab aequore moto.
Nixus eo rupisque tenens iuga prima sinistra,
ter quater exegit repetita per ilia ferrum.*
4, 735 *Litora cum plausu clamor superasque deorum
inpleuere domos ; gaudent generumque salutant
auxiliumque domus seruatoremque fatentur
Cassiope Cepheusque pater ; resoluta catenis
incedit uirgo, pretiumque et causa laboris.*
4, 740 *Ipse manus hausta uictrices abluuit unda,
anguiferumque caput dura ne laedat harena,
mollit humum foliis natasque sub aequore uirgas
sternit et inponit Phorcynidos ora Medusae.
Virga recens bibulaque etiamnunc uiua medulla*
4, 745 *uim rapuit monstri tactuque induruit huius
percepitque nouum ramis et fronde rigorem.
At pelagi nymphae factum mirabile temptant
pluribus in uirgis et idem contingere gaudent
seminaque ex illis ut erant iactata per undas,*
4, 750 *nunc quoque curaliis eadem natura remansit,
duritiam tacto capiant ut ab aere, quodque
uimen in aequore erat, fiat super aequora saxum.*

Jusqu'au XVIème siècle, les coraux étaient considérés comme des minéraux. Ce n'est qu'en 1725 qu'ils sont définis comme des animaux, grâce au médecin Jean André Peyssonnel.

**Extrait du Recueil des ELOGES HISTORIQUES lus dans les séances publiques de l'Académie des Sciences, par P. Flourens :
De Peyssonnel et des prétendues plantes marines**

« M. Peyssonnel, médecin de Marseille, fut, dit-il, celui qui s'attacha le plus à observer le corail et les autres plantes marines...il remarqua que, ce qui avait paru des fleurs à M. Marsigli était de vrais animaux ou insectes marins de la nature de l'ortie de mer, et se confirma dans ce sentiment par plusieurs observations qu'il fit par la suite pendant ses voyages en Afrique, au lieu même où se fait la pêche du corail ». (...).

« Un autre mémoire, lu à l'Académie par Bernard de Jussieu, (1742), fait époque dans la science ; il changea les idées reçues dans l'histoire naturelle sur une classe entière de corps marins que l'on avait rangée dans le règne végétal. On connaissait depuis peu de temps les polypes : M. Trembley en avait donné l'histoire en 1741 ; (...). Bien instruit de la nature des polypes, il soupçonna que ce qu'on avait pris pour des fleurs ou pour des racines dans certains corps marins, pourrait être un animal semblable aux polypes, sentiment déjà soutenu par M. Peyssonnel en 1727. Pour se décider sûrement, M. de Jussieu fit successivement trois voyages sur les côtes de la Normandie (...), il observa particulièrement quatre corps marins les plus communs sur ces parages, découvrit bien évidemment les polypes qui les habitaient, et en donna la description. Il conclut que ces corps ne grossissaient point par végétation, mais par le travail des animaux auxquels ils servent de demeure ; il les regarde donc comme de vrais animaux qui doivent être rangés dans le règne animal, et pense que beaucoup d'autres corps marins sont de même nature. C'est ainsi qu'il a transporté une classe entière d'un règne animal dans l'autre, et qu'il a fait connaître des êtres qui peuvent établir une transition des animaux aux végétaux ». (...). La découverte de ce beau fait, due à Peyssonnel, est l'une des plus curieuses de l'histoire naturelle ; elle a changé la face d'une branche entière de la science ; (...) **Extrait du tome VI des Mémoires sur les insectes.**

Exercice 2 : Grâce à des recherches sur internet et à la bibliothèque, rédigez les biographies de M. Peyssonnel et M. de Jussieu.

II.2. Anatomie : polypes et zooxanthelles

Les coraux sont des organismes, solitaires ou coloniaux. Ils appartiennent à l'embranchement des **cnidaires** (ceux qui piquent) comme les méduses, les anémones de mer et les gorgones. Cnidaire provient du grec « cnidie » qui signifie « ortie ».



Quelques exemples de Cnidaires :

Une gorgone



Une anémone de mer



Une méduse



Le corail vivant se compose d'un squelette calcaire et d'une surface vivante composée de millions de polypes. Ceux-ci se soudent les uns aux autres pour former des colonies. Les polypes sont de minuscules créatures animales constituées d'un corps en forme de tube surmonté d'une bouche entourée de tentacules. Le corps du polype peut se rétracter durant le jour ou en cas d'alerte, il se réfugie alors au sein du « calice ».

Les tentacules du corail sont dotées de cellules urticantes (**les cnidoblastes**) qui contiennent un filament empoisonné : le **nématocyste** (qui sert à la capture des proies ou à la défense contre les prédateurs). **Les polypes**, carnivores, déploient leurs tentacules la nuit pour se nourrir de plancton animal en suspension dans l'eau (ce sont des prédateurs nocturnes).

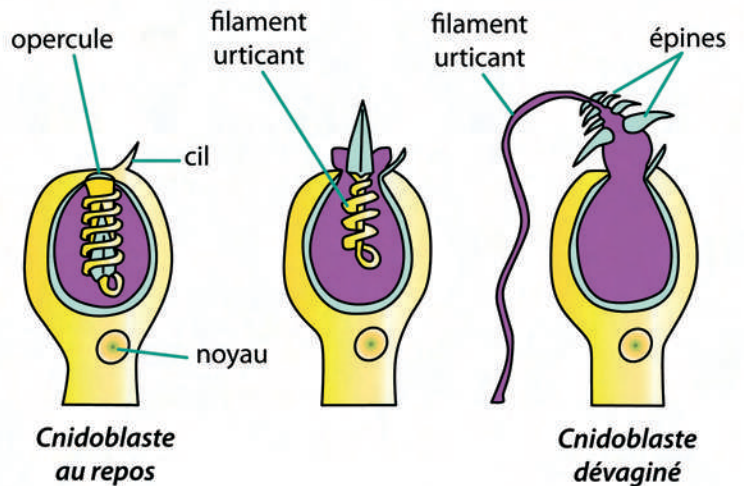


Schéma de cnidoblaste

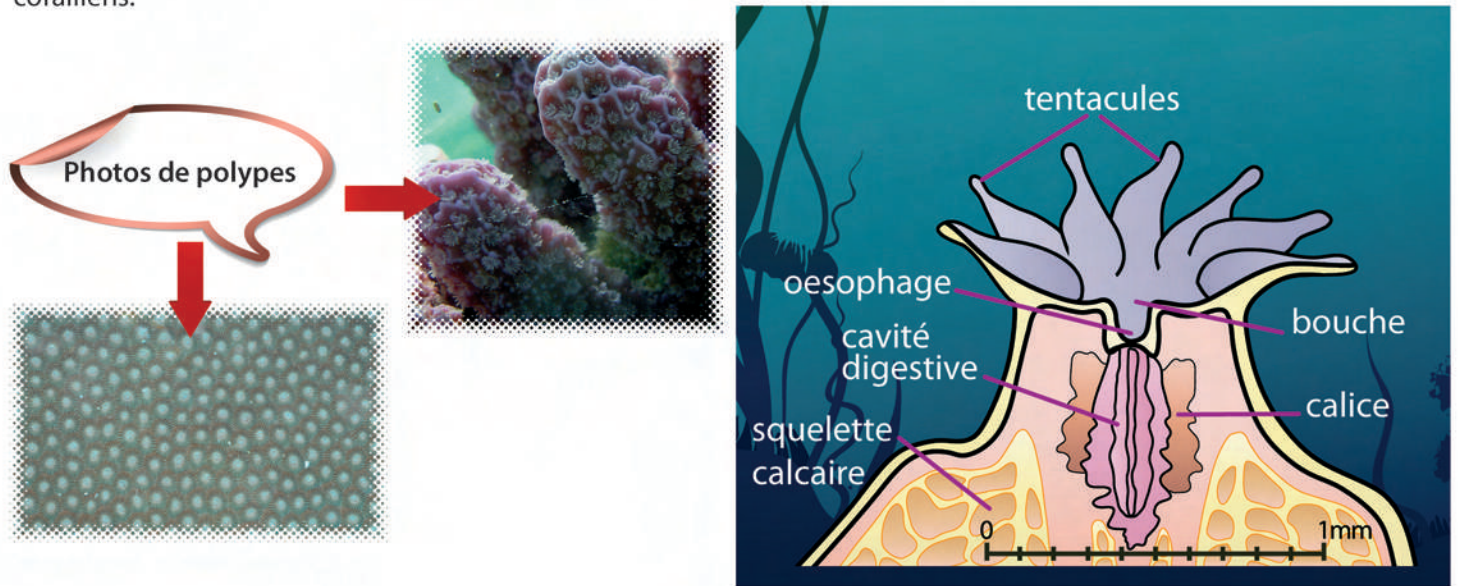


Boom de plancton photographié depuis une navette spatiale.

Le saviez-vous :

Le plancton (qui signifie « errant ») désigne tout organisme qui se déplace au gré des courants : il existe du plancton végétal, appelé « phytoplancton » et du plancton animal, le « zooplancton ».

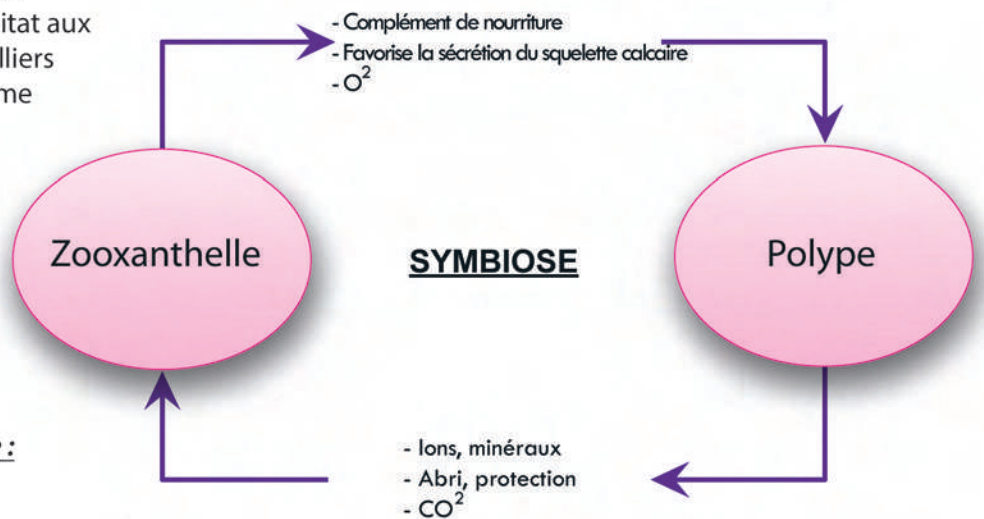
En synthétisant le calcaire solide de leur squelette à partir d'éléments dissous dans l'eau de mer, les polypes, mais aussi certaines algues calcaires, fabriquent la matière qui en s'accumulant au cours de milliers d'années, va former les récifs coralliens.



Coraux constructeurs de récifs ?

Les récifs coralliens actuels n'existeraient pas sans la symbiose qui associe la plupart des coraux avec des algues cellulaires nommées « **zooxanthelles** ». Ces algues microscopiques vivent dans les cellules des coraux et leur fournissent de l'énergie pour leur croissance et leur couleur. Ainsi, les coraux entretiennent une relation profitable aux deux partenaires. En effet, cette symbiose donne aux coraux la possibilité de construire un important squelette calcaire qui va constituer l'architecture du récif.

Les coraux vont ainsi élaborer un habitat aux formes variées, autour duquel des milliers d'espèces vont constituer un écosystème dans un foisonnement de vie et d'associations entre diverses espèces. L'intérêt pour les algues est de récupérer des ions minéraux qui sont favorables à leur croissance et à la photosynthèse. Les coraux leurs servent également de refuge.



Je comprends la relation de Symbiose :

Je retiens l'essentiel :

Les eaux tropicales sont exceptionnellement claires et limpides du fait qu'elles contiennent très peu de nutriments comme l'azote, le phosphore ou le fer et du coup peu de plancton y vit. Pour vivre et prospérer dans ce désert océanique, les coraux recyclent donc les nutriments avec l'aide des zooxanthelles, qui vivent dans leurs tissus. Les algues, quant à elles, fabriquent des sucres qui alimentent le corail. Le corail produit des déchets, c'est-à-dire des nutriments, qui alimentent les algues. C'est une relation de symbiose.

Qu'est ce qu'une symbiose ?

C'est une association à bénéfice réciproque entre deux êtres.
Exemples : l'anémone de mer avec le poisson clown ou encore
Le gobie avec la crevette de sable.



Il est important de noter que la définition du corail est très imprécise :

- on peut y inclure les coraux mous, les gorgones ou encore les coraux durs. On parlera alors de coraux au sens général du terme.
- en revanche, lorsque l'on parle de coraux constructeurs de récifs, sont concernés uniquement les madréporaires (ce sont des animaux coloniaux composés d'une multitude de petits polypes qui sécrètent un squelette calcaire).
- Il existe également des coraux **ahermatypiques** (sans algues) qui ne nécessitent pas de lumière et peuvent vivre en profondeur.

II.3. Reproduction et croissance

La Reproduction, c'est quoi ? C'est l'ensemble des moyens utilisés par une espèce pour se perpétuer et produire de nouveaux individus. Sans reproduction, c'est la fin d'une espèce. Tous les êtres vivants se reproduisent.

Certaines espèces de coraux sont **hermaphrodites** (sont soit mâles et femelles simultanément soit qui changent de sexe une à plusieurs fois dans leur vie). D'autres ont des sexes séparés, ils sont gonochoriques. Les coraux peuvent donc se reproduire de deux manières : soit en expulsant des gamètes ou des larves dans le milieu, c'est ce que l'on nomme la « **reproduction sexuée** » ; soit par propagation ou bourgeonnement, c'est ce qu'on appelle la « **reproduction asexuée** ».

• La reproduction sexuée.

La reproduction sexuée des animaux et des végétaux en général, comporte l'union d'une cellule reproductrice mâle et d'une cellule reproductrice femelle. L'union de ces deux cellules reproductrices est la fécondation. Elle conduit à la formation d'une cellule-œuf qui sera à l'origine d'un nouvel individu.

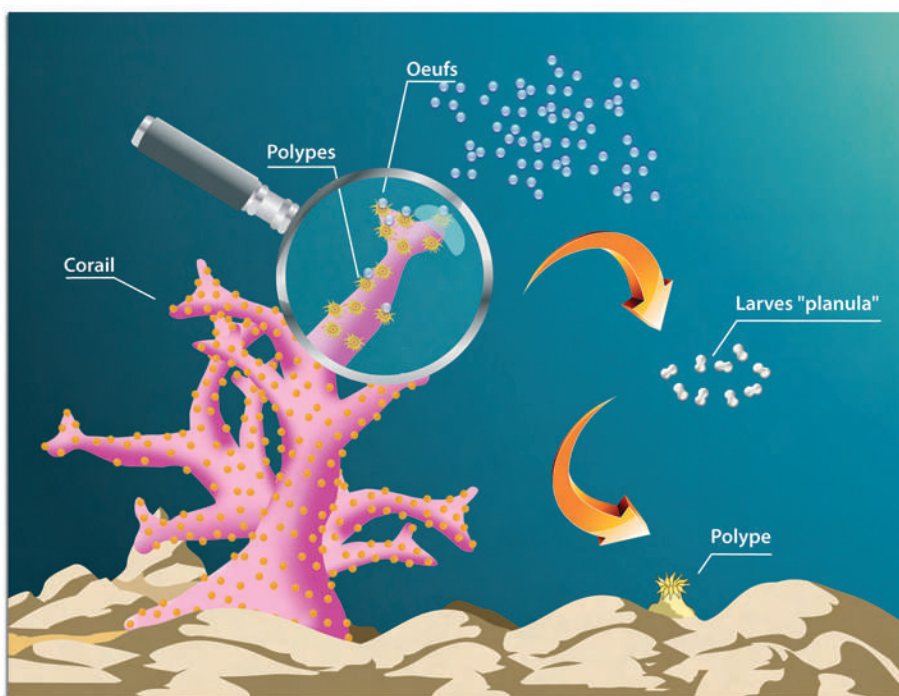
La reproduction sexuée contribue à la diversité génétique d'une espèce. Elle en assure ainsi le maintien et la pérennité au sein d'un milieu donné. La fécondation, c'est à dire l'union d'un spermatozoïde et d'un ovule, à l'origine de la « cellule-œuf », nouvel individu unique, a lieu :

- soit dans le milieu de vie, c'est ce que l'on nomme « la **fécondation externe** » (la plus répandue chez le règne végétal),
 - soit dans l'organisme de l'individu femelle, c'est la « **fécondation interne** ». Cette fécondation est favorisée par des mécanismes de rapprochement des individus et/ou des cellules reproductrices.
- Chez les coraux, la reproduction sexuée est rythmée par une horloge lunaire.

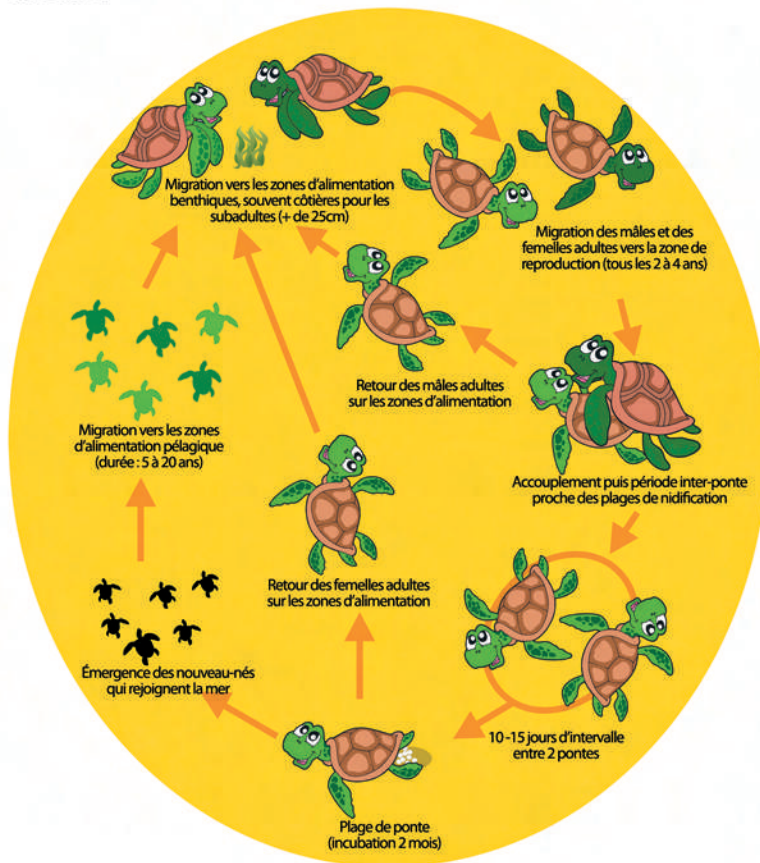
Les deux types de fécondation sont rencontrés chez les coraux :

- la fécondation interne : on dit de ces coraux qu'ils sont « **ovovivipares** » (*voir page reproduction des habitants du récif*). Après la fécondation, il y a émission de « **planula** » (larve aplatie nageant librement) ;

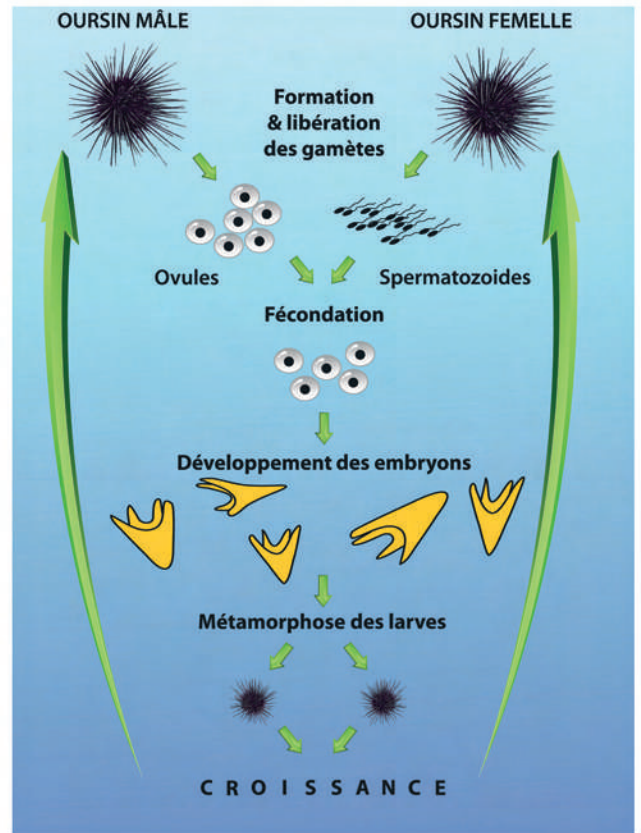
- la fécondation externe : Il y a libération simultanée de gamètes dans l'eau où a lieu la fécondation puis le développement des larves.



Observons et comparons deux types de reproduction sexuée. L'une avec fécondation interne et l'autre fécondation externe.



Type de fécondation interne : exemple de la tortue marine



Type de fécondation externe : exemple de l'oursin

Exercice 1 : Placez la tortue puis l'oursin dans le règne animal. (Déterminez leur groupe respectif d'appartenance).

Exercice 2 : Après avoir analysé les différents types de fécondation ci-dessus, reproduisez, à l'aide d'un autre exemple : - 1 schéma de fécondation interne puis - 1 schéma de fécondation externe en montrant les étapes de la reproduction sexuée. Expliquez votre choix.

Mettez en relation le devenir de l'espèce choisie avec les ressources alimentaires du milieu. Que remarquez-vous ? Est-ce qu'un aménagement réalisé par l'homme peut influencer la reproduction de l'espèce ?

Les définitions à retenir :

Reproduction sexuée des coraux : rencontre entre une gamète mâle et une gamète femelle. La reproduction sexuée comporte l'union d'une cellule reproductrice mâle et d'une cellule reproductrice femelle.

Gonochorique : individus à sexes séparés.

Hermaphrodite : individus possédant les deux sexes (simultanément ou successivement au cours de leur vie).

Fécondation interne : elle a lieu dans l'organisme femelle.

Fécondation externe : elle a lieu dans le milieu de vie.

Je retiens l'essentiel :

La majorité des coraux sont hermaphrodites et se reproduisent par fécondation externe. Pour se reproduire les polypes pondent des œufs qui produisent des larves qui grandissent et dérivent jusqu'à se fixer sur un support solide pour se métamorphoser alors en polype... et ainsi de suite....

- La reproduction asexuée.

Prenons l'exemple du corail : les polypes vont se fixer et grandir en construisant leur squelette calcaire ; ensuite ils vont :
- soit se multiplier par bourgeonnement : libération d'autres polypes et donc augmentation de la colonie en restant tous liés.

- soit se fragmenter (plus communément appelé le phénomène de scissiparité). Cela correspond au déplacement d'une partie des polypes formant ainsi des colonies. Ce phénomène peut ne pas être naturel (fragmentation de points fragilisés). C'est ainsi que les récifs s'étendent. C'est cette technique qui est beaucoup utilisée lors de transplantations coralliennes par les biologistes.

Le cycle de reproduction des coraux est très dépendant du cycle lunaire. Certains épisodes d'expulsion massive de gamètes sont ainsi directement liés à la phase de la lune. De même, suivant les espèces, la reproduction peut être saisonnière, mensuelle ou permanente.

La majorité des coraux est plutôt **hermaphrodite**, à la **fécondation externe** (90% des coraux de l'Indo Pacifique, 60% des coraux du Pacifique, plus de 50% des coraux de l'Atlantique).

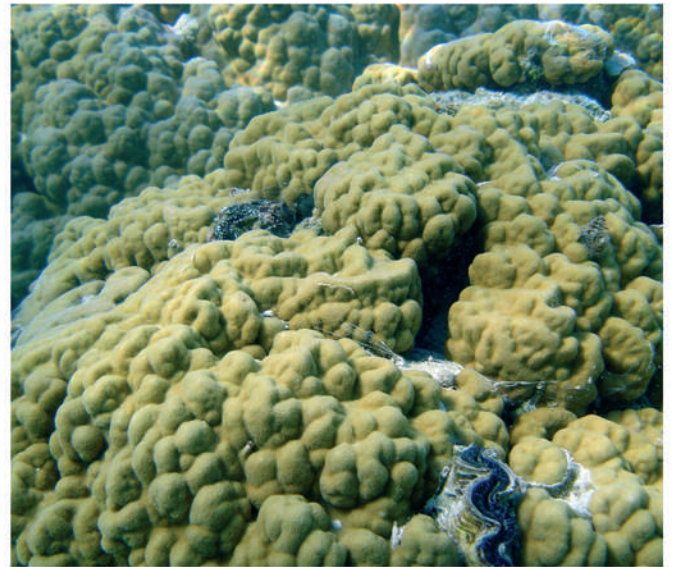
La croissance

Le polype profite de la lumière du jour pour construire son squelette calcaire. La croissance des coraux est extrêmement lente. Il faut 1 an pour construire une branche de corail de 10 cm de long et 10 ans pour construire une boule de 10 cm de diamètre. Une patate de corail de 1 mètre de diamètre est donc âgée d'environ 100 ans ! En s'accumulant au cours de milliers d'années, ces constructions calcaires vont pouvoir former de véritables édifices sous-marins, les récifs coralliens.

La maturité sexuelle d'une colonie ne dépend pas que de son âge mais aussi de sa taille et du nombre de polypes. Chez les coraux durs massifs de type *Monstratera*, la taille nécessaire à la maturité correspond par exemple à 80 - 100cm², alors que pour les coraux durs branchus ramifiés de type *Acropora*, les branches doivent atteindre 10 à 20 cm de long.



Corail de type *Acropora*



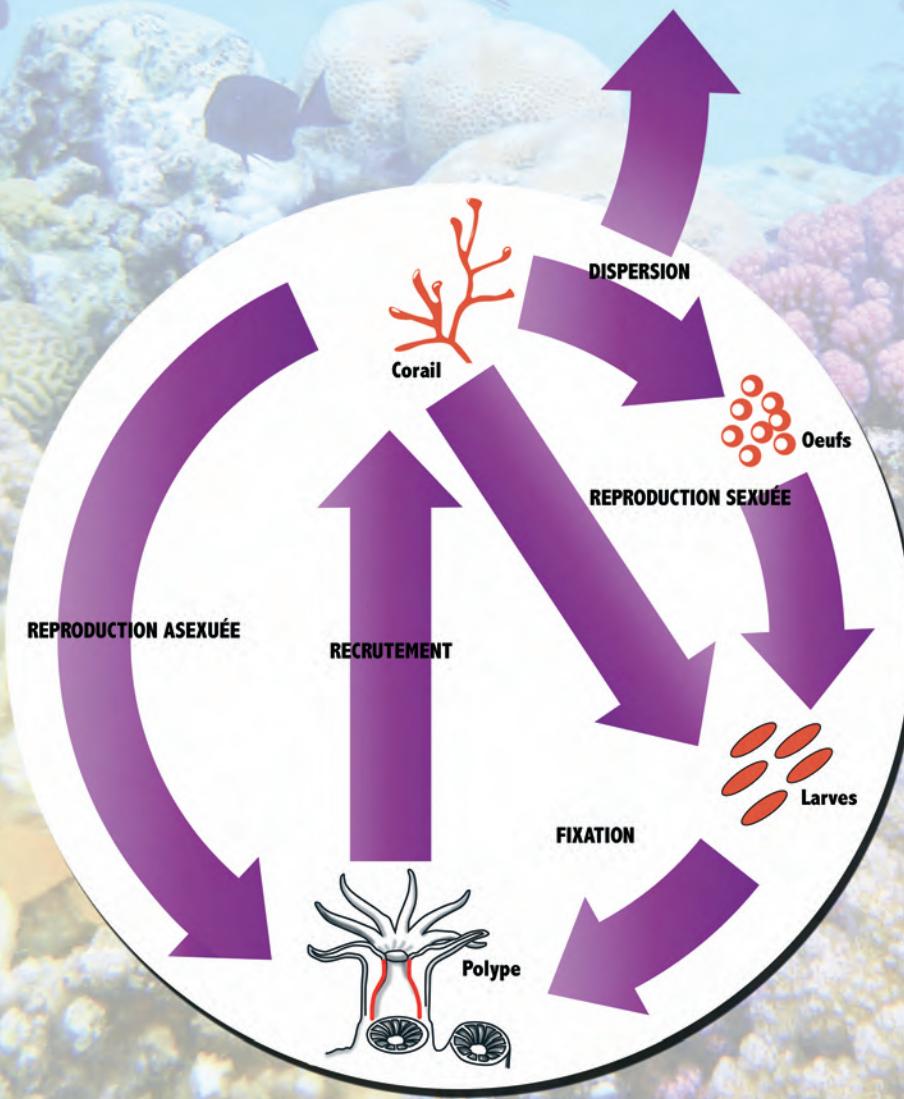
Corail de type *Porites*

Je retiens l'essentiel :

Le corail ! A la fois, animal, végétal et minéral !!

Le corail est donc composé d'une multitude de petits animaux (les polypes) qui vivent grâce à un végétal (l'algue nommée zooxanthelle) dans leurs tissus et qui fabriquent un squelette minéral.

Deux types de reproduction adoptés par le corail : la reproduction sexuée et la reproduction asexuée :



Exercice 1 : Après lecture et interprétation du schéma ci-dessus, reproduisez un exemple de reproduction sexuée en prenant un exemple du monde marin.

Exercice 2 : Complétez le tableau ci-dessous :

Nom	Polype	Zooxanthelle
Règne		
Aspect extérieur		
Conditions de vie		
Apport à l'autre		

Exercice 3 : Souvenons-nous !

A quel embranchement du règne animal appartiennent les coraux ? De quoi est composé un corail ? En cas d'alerte, dans quoi se réfugie le corps du polype ? Comment le fait-il ? Comment nomme-t-on les cellules urticantes du corail ? Vrai ou faux : les coraux se nourrissent le jour. Expliquez comment se nourrit le corail ? Et comment recycle-t-il ses nutriments ?

II.4. Adaptation au milieu

Pour se développer, les coraux s'adaptent au milieu dans lequel ils vivent. Parmi les nombreux facteurs qui influencent leur mode de vie et leur morphologie, on compte :

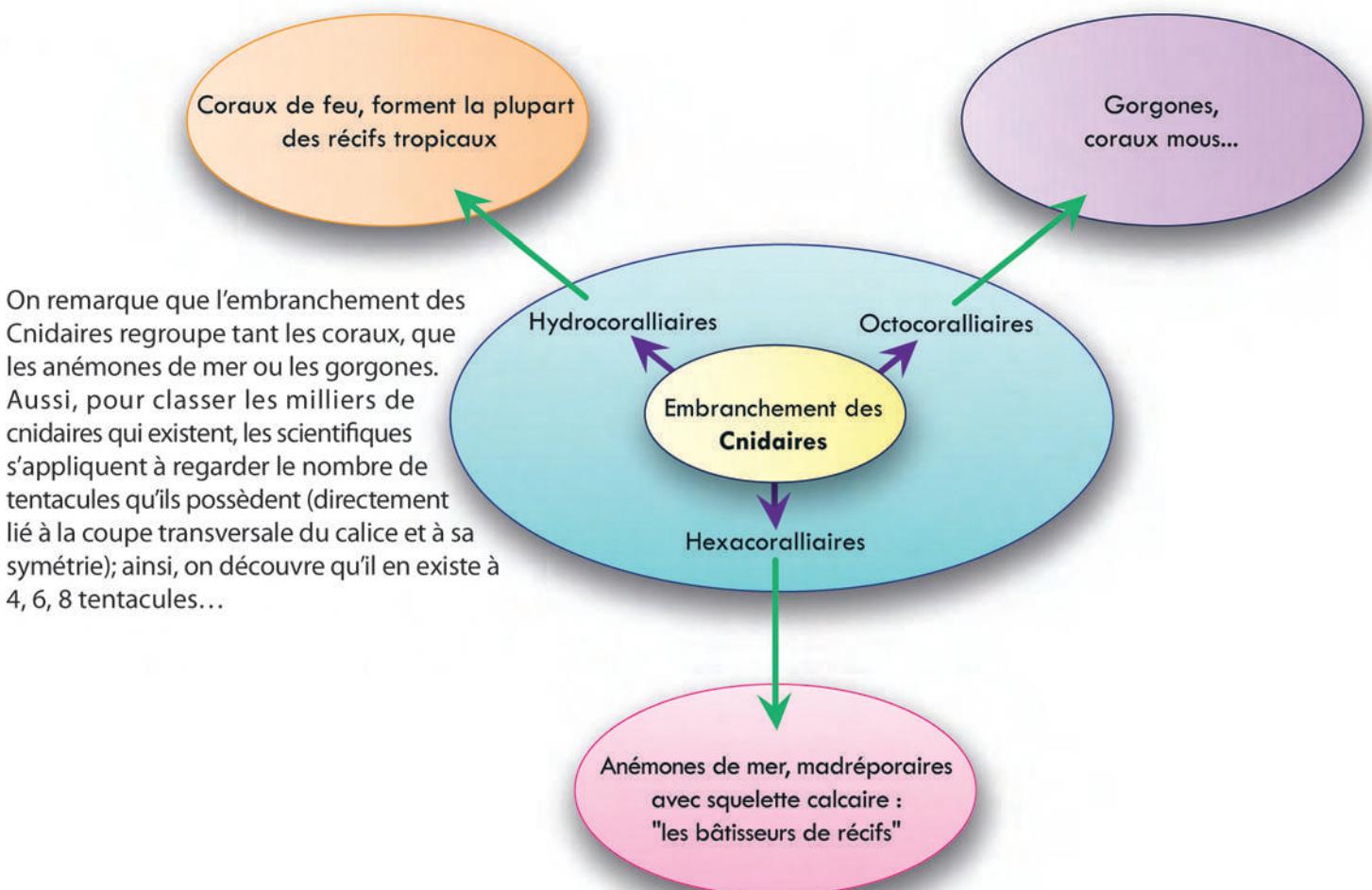
- la qualité du substrat (le sable rend difficile l'implantation de nouvelles colonies),
- la luminosité,
- la température,
- le courant,
- la concentration en nutriments,
- la symbiose avec les zooxanthelles (qui vont nettoyer les polypes, favoriser le dépôt de calcaire...),
- la présence de petites proies planctoniques que les polypes capturent.

La colonie va donc adapter sa forme en fonction de la lumière et du courant pour avoir la croissance la plus efficace. Par exemple, les formes branchues ont une très grande surface de captage de la lumière mais sont vulnérables aux forts courants. On les trouvera en plus faible quantité dans les zones exposées (crête récifale, récif barrière) que dans les eaux plutôt calmes (récif frangeant).

Les formes massives, elles, sont présentes un peu partout y compris dans la zone de déferlement des vagues. D'autres formes telles que les « encroûtants » sont peu exigeantes en lumière et peuvent donc se développer sans problème à plus de 25 m de profondeur.

II.5. Biodiversité des coraux

Comment classe-t-on les coraux ? Pour les scientifiques, le terme de « corail » est utilisé au sens large. Comment ça marche ? Ce n'est pas si simple... regardons le schéma ci dessous :



Comme nous l'avons vu plus haut, les coraux appartiennent à l'embranchement des Cnidaires. Il existe des coraux mous et des coraux durs (les constructeurs de récifs). Les coraux présentent différentes formes : branchus (en forme de branches), massifs (en forme de boule), tabulaires (en forme de plateau), encroûtant (qui épousent la forme du support qu'ils recouvrent), libres (capables de se déplacer) ou encore foliacés (aux branches en forme de feuilles).

Les différents types de coraux

LES CORAUX MOUS

Les coraux mous n'ont pas de squelette ; ils possèdent des petits bâtonnets calcaires appelés « spicules ».



LES CORAUX DURS

Les coraux durs sont les constructeurs de récifs coralliens ; comme nous l'avons étudié auparavant, ils possèdent un squelette calcaire aux formes très variées.



• Les coraux branchus :

Les coraux branchus sont caractérisés par leurs ramifications. Il en existe plusieurs sortes. Le corail « verruqueux » (de couleur marron ou violette) a des petites verrues sur ses branches. Le corail « corne de cerf » peut quant à lui former de véritables champs sur le fond du lagon. Ce sont les coraux à la croissance la plus rapide ; ils grandissent de quelques dizaines de centimètres par an !

Ci-contre : corail branchu, *Acropora*.



• Les coraux libres :

Il s'agit en fait d'un ou de quelques polypes géants ; c'est le seul corail qui peut se déplacer (en roulant sur lui même !).

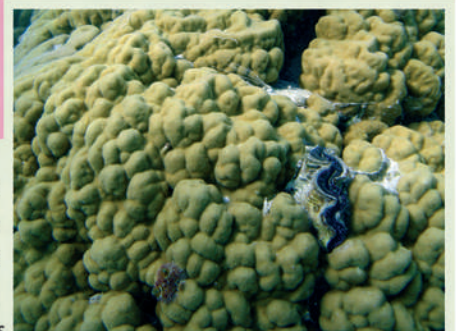
Exemple ci-contre : corail champignon, *Fungia fungites*.



• Les coraux tabulaires :

Les coraux tabulaires sont reconnaissables puisqu'en forme de plateau, comme des « tables ». Ces colonies possédant une telle forme ont la particularité d'avoir une croissance principalement horizontale.

Ci-contre : corail tabulaire, *Acropora sp.*



• Les coraux massifs :

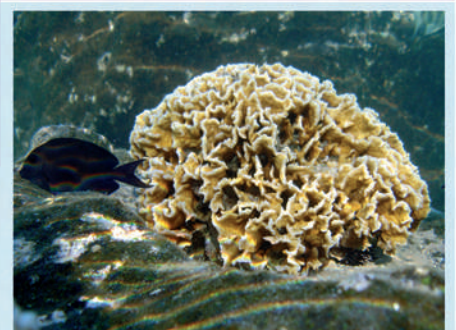
Les coraux massifs forment des blocs appelés aussi les « patates de corail ». Ce sont les plus communément rencontrés dans les lagons. Leur croissance est très lente, quelques millimètres par an, mais ils peuvent vivre plus de trois siècles. Comme tous les coraux, la partie vivante n'occupe que quelques dixièmes de millimètres à la surface du massif, le reste étant le squelette minéral. Ci-contre : corail massif, *Porites*.



• Les coraux encroûtants :

Ils ont la particularité d'épouser la forme du socle qu'ils ont colonisé.

Ci-contre : corail encroûtant, *Montipora sp.*



• Les coraux foliacés :

Ils sont caractérisés par de fines feuilles ondulées (jaunes).

Ci-contre : *Pavona cactus*

Exercice 1 : Répondez à ce questionnaire en cochant la/les bonne(s) réponse(s) possible(s).



1. Les coraux attrapent les zooxanthelles grâce aux cellules urticantes de leurs tentacules.
2. Peyssonnel est le premier à avoir compris que certains coraux étaient capables de se déplacer.
3. Le calice est un animal appartenant aux cnidaires comme les méduses et les anémones de mer.
4. Les coraux ont réalisé la seule construction naturelle visible de l'espace.
5. Les coraux, les anémones de mer et les méduses possèdent tous des cellules appelées cnidoblastes.
6. Tous les coraux pondent des œufs.
7. La forme des coraux est adaptée à la force du courant et à la profondeur à laquelle ils vivent.
8. Les polypes ressemblent à de minuscules anémones de mer.
9. Les zooxanthelles sont des algues microscopiques qui vivent dans les polypes et leur prennent leur énergie.
10. Il y a des atolls en Guyane et en Nouvelle-Calédonie.
11. Les passes sont des endroits où les coraux n'ont pas pu se développer en raison de l'eau douce venant des rivières.
12. Une diminution de la température de l'eau de quelques degrés peut tuer le corail.
13. Les polypes ressemblent à de minuscules anémones de mer.



14. Un animal gonochorique est un animal:

- qui peut s'adapter à tous les milieux
 qui se nourrit de plancton
 dont les individus ont des sexes séparés

15. Le corail peut être :

- tabulaire
 filtreur
 rectangulaire
 mou
 hermaphrodite
 minéral

16. Les planulas sont :

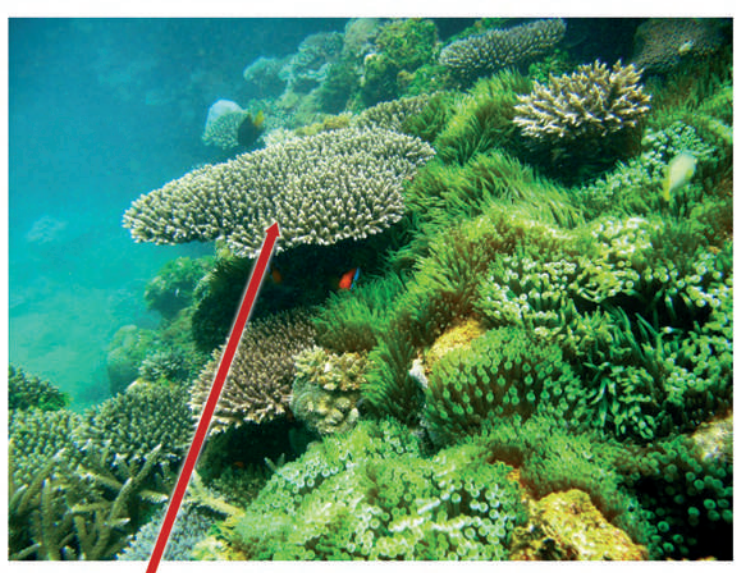
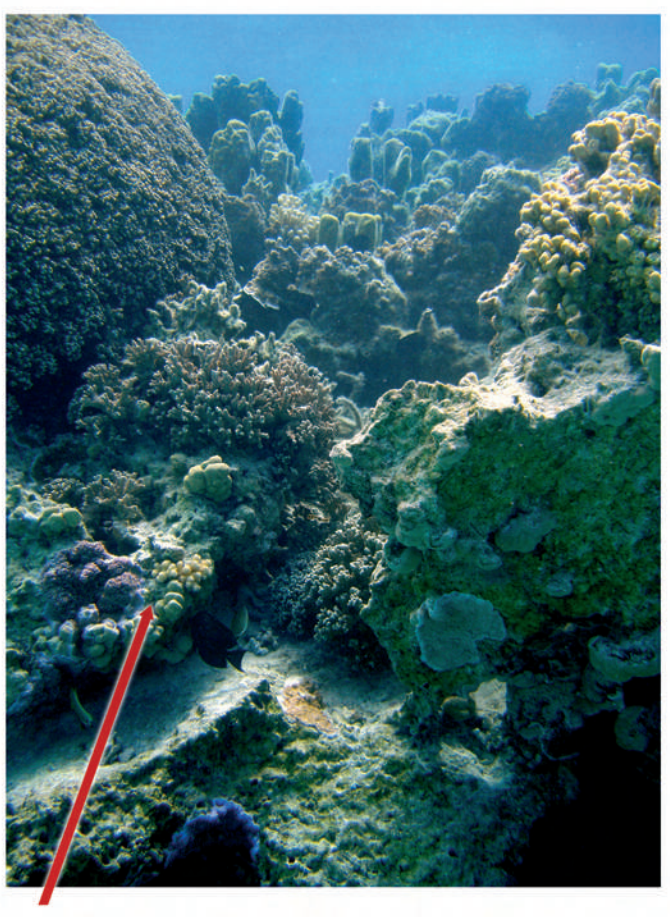
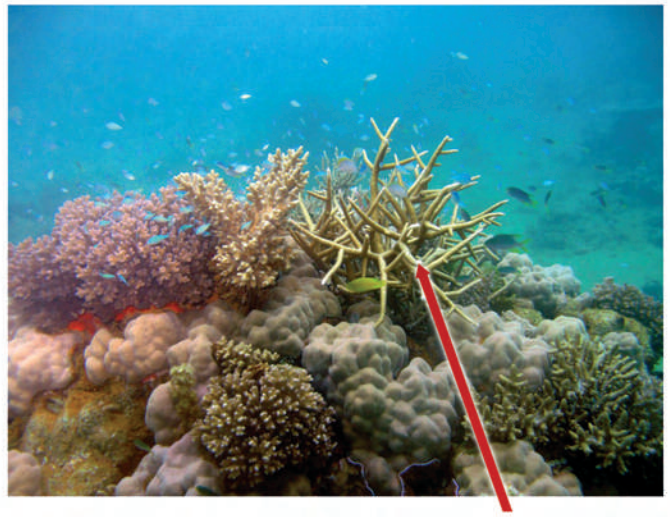
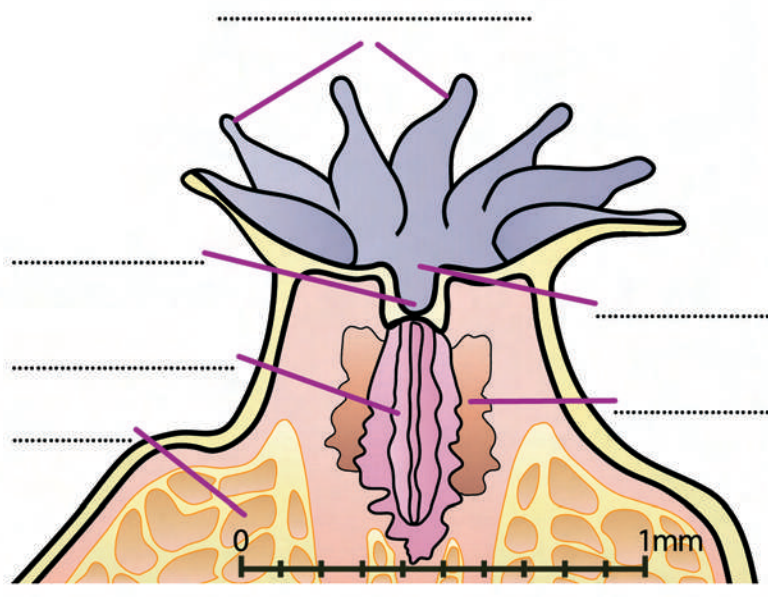
- Une espèce de corail massif
 Le nom des larves du corail
 Des algues microscopiques vivant dans les polypes

17. Il y a des coraux dans : l'océan Atlantique l'océan Indien l'océan Pacifique

18. Un corail massif de 50 cm de diamètre a : 50 ans 100 ans 500 ans

19. Les Cnidaires sont également appelés orties de mer car :
ce sont des plantes comme les orties ils sont capables de brûler la peau

Exercice 2 : Complétez la légende du schéma et les photos ci-dessous :



III. Biodiversité des êtres vivants de l'outre-mer français.

III.1. La classification du Vivant

Un peu d'histoire :

Dans la classification dite « traditionnelle », la théorie était basée sur le fait que les espèces n'évoluaient pas et étaient toutes apparues en même temps. On ne se référait qu'aux différences anatomiques et aux préférences écologiques. C'est à partir du XIX^{ème} siècle, que l'idée de transformation des espèces apparaît. Les espèces évoluent à partir de formes plus anciennes et la classification des êtres vivants, c'est-à-dire leur regroupement selon des degrés de parenté, doit alors tenir compte de cette évolution. C'est sur ce principe de création, disparition et d'évolution du monde vivant qu'est basée la classification dite « phylogénétique ».

La classification Phylogénétique a comme principe de base que deux organismes apparentés ne doivent plus obligatoirement se ressembler, mais posséder le même ancêtre commun.

Quel est l'intérêt de classer le vivant ?

La classification du vivant a été établie afin de mieux pouvoir comprendre la diversité des organismes. Parmi les outils disponibles pour identifier les êtres vivants, on utilise un système qui se base sur des critères apparents, observables ou connus appelés « clés de détermination ». Aussi, on établit des regroupements pour trouver des similitudes que l'on nomme « liens de parenté ».

On identifie les critères de généalogie des espèces (c'est-à-dire qui descend de qui) puis les critères de phylogénie des espèces (c'est-à-dire qui est le plus proche de qui ?).

La classification scientifique traduit ainsi l'histoire évolutive et les relations de parenté entre les êtres vivants.

Biographie de Carl Von Linné, considéré comme l'un des pères de la classification moderne.

Carl Linnaeus est né le 23 mai 1707 en Suède. La région est riche en forêts et en lacs, l'environnement y est particulièrement propice à la contemplation et à l'observation de la nature. Ses camarades le surnomment déjà « le petit botaniste ». Les professeurs, notamment celui d'histoire naturelle convainquirent les parents de Carl de ne pas lui imposer une carrière religieuse et de lui permettre de débiter des études de médecine.

Inscrit sous le nom de « Carolus Linnæus », il commence ses études à l'université de Lund en 1727 puis à la prestigieuse université d'Uppsala. C'est à Uppsala, dès l'âge de 24 ans, qu'il conçoit sa classification des plantes d'après les organes sexuels. Il conduit des missions scientifiques en Laponie et en Dalécarlie, à l'époque régions inconnues. Il en rapporte une très riche collection de spécimens végétaux, animaux et minéraux et publie sa première étude qui utilise le système sexuel des plantes (1737). Bien qu'il donne des conférences de botanique et qu'il soit considéré à Uppsala comme un génie, il n'a pas encore de diplôme de médecine. En 1735, il part aux Pays-Bas où il décide d'obtenir son diplôme et de publier ses écrits.

Il retourne alors en Suède, où, ne recevant pas de proposition qui le satisfasse, il exerce la médecine à Stockholm en se spécialisant dans le traitement de la syphilis. Il se marie le 26 juin 1739 avec Sara Elisabeth Moræa (1716-1806), originaire de Falun.

Il effectue trois expéditions en Suède et inspire une génération d'étudiants. Les comptes-rendus de voyages sont publiés en suédois afin d'être accessible à tous. Outre la pertinence des observations de la vie de tous les jours, ces œuvres sont aussi appréciées pour leur qualité littéraire. Linné continue de réviser son ouvrage, Systema Naturae, qui ne cesse de grossir au fil des ans et à mesure qu'il reçoit des quatre coins du globe des spécimens de végétaux et d'animaux qu'on lui expédie et qu'il doit classer. De la brochure de dix pages du début (deux pages pour les minéraux, trois pour les plantes, deux pour les animaux), son œuvre devient un ouvrage de plusieurs volumes.

En 1747, il devient médecin de la famille royale de Suède et obtient un titre de noblesse en 1761. À la fin de sa vie il est si célèbre que Catherine II de Russie lui envoie des graines de son pays. Les dernières années sont marquées par une santé déclinante. Il souffre de la goutte et de maux de dents. Une attaque en 1774 le laisse très faible et une seconde, deux ans plus tard lui paralyse la partie droite. Il meurt le 10 janvier 1778 à Uppsala au cours d'une cérémonie dans la cathédrale, où il est par ailleurs enterré.



Retrouvez le schéma de classification des espèces animales du monde marin en fin de livret.

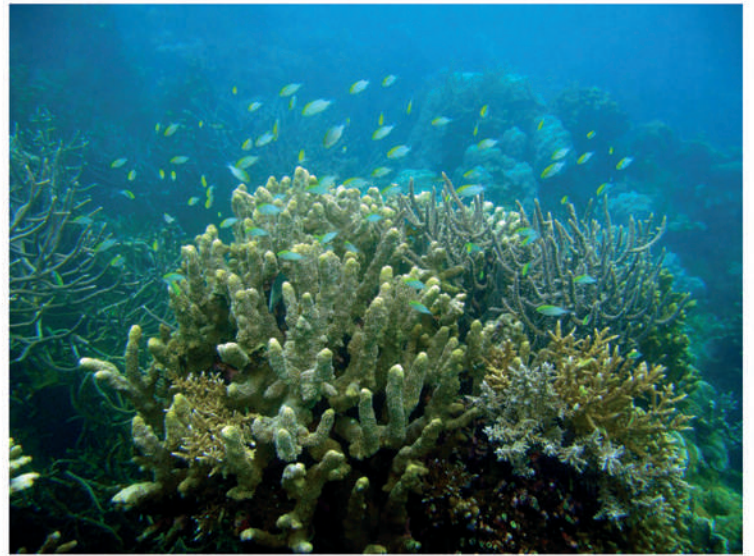
Exercice 1 : Déterminez la classification des animaux suivants en vous aidant du schéma de classification en fin de livret : poisson sole – cigale de mer – étoile de mer épineuse – corail mou – sept doigts.

Exemple : la baleine ----- animal ----- vertébré ----- mammifère.

III.2. Une oasis de vie

Les récifs coralliens totalisent près de 700 000 km² sur la planète. On y recense environ 1 000 espèces de coraux, 25 000 mollusques, 4 000 poissons et autres vertébrés et des dizaines de milliers d'autres invertébrés comme les crustacés, les échinodermes, etc. Les récifs (et les atolls en particulier) ont également une biomasse et une productivité brute parmi les plus élevées de la planète et sont capables de les maintenir ainsi pendant des milliers d'années.

Pourtant, il existe un véritable paradoxe entre les récifs coralliens et l'environnement qui les entoure. En effet, les eaux chaudes superficielles des zones tropicales sont naturellement pauvres en éléments minéraux et en plancton. Ces zones océaniques sont donc peu productives et peuvent être comparées aux déserts terrestres (faune et flore peu abondantes et diversifiées).



Comment alors expliquer que les récifs coralliens puissent être de véritables oasis de vie au sein des déserts que sont les zones océaniques tropicales ?

L'implantation des coraux génère une biodiversité luxuriante. Les coraux sont à la base de l'écosystème récifal. Ce sont des producteurs de matière organique nécessaire au développement d'une chaîne alimentaire complexe, mais également des constructeurs permettant la création de supports et d'abris pour de nombreuses espèces animales et végétales. Les coraux servent de support à un écosystème entier par les nombreux services qu'ils procurent permettant ainsi aux récifs coralliens d'être l'un des écosystèmes les plus productifs de la planète.

Les définitions à retenir :

Biomasse d'un écosystème : masse totale de la matière organique et des êtres vivants constituant un écosystème.

Productivité d'un écosystème : accroissement de la masse vivante des écosystèmes dans un temps donné.

Exercice 1 : Pour se rendre compte de la richesse et de la biodiversité présentes au sein des récifs coralliens, nous allons les comparer avec d'autres écosystèmes.

Pour chaque écosystème suivant, donnez toutes les espèces animales et végétales que vous connaissez. Exemple : désert => cactus. Une fois toutes les espèces écrites, comptez-les. Quel écosystème est le plus riche en espèces selon vos connaissances ?

Désert – Récif corallien – Plein Océan – Forêt.

Le saviez-vous ? Un récif en bonne santé peut produire 5 à 10 tonnes de poissons et d'invertébrés par kilomètre carré et par an.

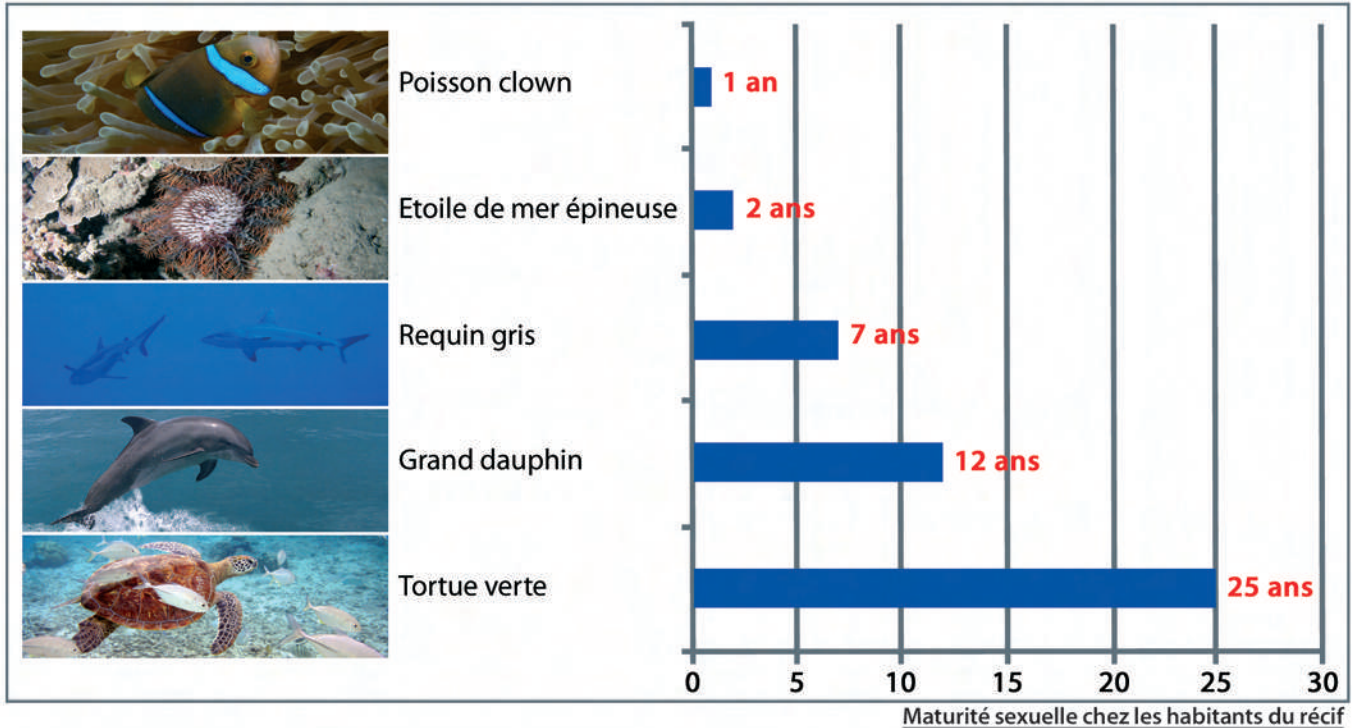
III.3. Reproduction et cycle de vie des habitants du récif

Le cycle de vie stratégique de chaque habitant du récif permet la pérennisation de l'espèce et la colonisation du milieu environnant. De nombreux modes de reproduction existent et sont représentés au sein des récifs coralliens. Après avoir étudié les modes de reproduction sexuée et asexuée des coraux, nous allons étudier la reproduction sexuée chez les animaux du récif.

Comme nous l'avons déjà vu, la **reproduction sexuée** a pour but l'union d'une cellule reproductrice mâle, le **spermatozoïde**, et d'une cellule reproductrice femelle, l'**ovule**. Cette union s'appelle la fécondation et donnera une **cellule-œuf** à l'origine d'un nouvel individu.



Poisson sergent major protégeant sa ponte (en violet)



La fécondation peut être externe (dans le milieu) ou interne (dans l'organisme femelle). Lorsqu'elle est interne, les individus mâles et femelles doivent s'accoupler. Avant l'**accouplement**, on peut parfois observer de véritables comportements de séduction de la part de l'un ou l'autre des individus : c'est la **parade nuptiale**. Chez les baleines, les mâles qui se disputent les faveurs des femelles sautent, chantent, donnent de grands coups de nageoires à la surface, ou lâchent des bulles ! Au sein du récif, certains animaux émettent des hormones sexuelles odoriférantes qui excitent leur partenaire et leur font savoir qu'ils sont prêts à s'accoupler.

Pour se reproduire, le mâle et la femelle doivent être sexuellement matures. C'est l'âge auquel les individus sont capables de procréer.

Après la fécondation, la cellule-œuf commence à se développer : c'est l'**embryon**. Lorsque les organes commencent à être bien développés et la forme de l'organisme caractéristique de son espèce, on parle alors de **foetus**. La femelle porte l'embryon puis le foetus pendant une période plus ou moins longue appelée la **gestation**. Le développement de l'embryon s'effectue selon trois modes :

- **la viviparité** : l'embryon se développe à l'intérieur de la femelle (la mère échange au travers du placenta la nourriture avec son embryon). Exemple : les baleines.
- **l'oviparité** : l'embryon se développe à l'intérieur de l'œuf et se nourrit du vitellus (réserve de nourriture). Exemple : les tortues marines.
- **l'ovoviviparité** : l'embryon se développe dans un œuf qui est conservé dans les voies génitales de la femelle jusqu'à l'éclosion (l'embryon se nourrit par lui-même au travers de réserves vitellines). Exemple : le requin taureau.

Le saviez-vous ? Comment se passe la parade nuptiale et l'accouplement chez le poulpe ?

Le mâle commence par montrer ses ventouses. Le couple se touche ensuite du bout des tentacules. Ils s'étreignent ensuite avec force et changent de couleur à un rythme effréné. Une fois leurs 16 tentacules totalement emmêlés, les pieuvres s'accouplent.



Le saviez-vous ?

Qu'est ce que dimorphisme sexuel ?

C'est l'ensemble des différences morphologiques entre les mâles et les femelles d'une même espèce. Chez les raies et les requins, on reconnaît les mâles par la présence de deux organes copulateurs appelés « ptérygopodes » (photo ci-contre).



Le plus souvent, mâle et femelle se séparent après l'accouplement. Mais il arrive que certains restent ensemble toute leur vie comme les poissons papillons.

Etudions la reproduction chez les poissons du récif.

La plupart des poissons ont un mode de reproduction ovipare (excepté les raies, les requins et quelques autres poissons comme le coelacanthé). Pour pouvoir se reproduire et régénérer son espèce, un poisson doit avoir atteint un certain âge et une certaine taille : il doit être mature. **Afin de se reproduire, certains poissons se rassemblent en grand nombre à certains moments de l'année (liés au stade lunaire et aux marées). Mâles et femelles libèrent alors leurs gamètes en pleine eau.**

Chez les espèces ovipares, deux modes de dispersion sont constatés :

- Chez certaines espèces, les œufs fécondés sont dispersés par les courants marins, à l'extérieur des passes. Ils deviennent alors des larves qui ont une vie « pélagique » (en plein océan) avant d'atteindre le stade de « juvéniles » où ils nageront près des récifs. C'est le cas par exemple des poissons perroquets, des labres et des poissons chirurgiens.
- Certains poissons comme les poissons clowns, les poissons demoiselles ou encore les poissons balistes ne pondent pas en pleine eau ; ces espèces de petite taille déposent leurs pontes à même le substrat ou à la surface de coraux ou d'éponges. Après l'éclosion, les larves quittent l'habitat parental pour rejoindre le milieu pélagique. Ils reviendront ensuite coloniser les récifs.

Pendant leur vie océanique, les larves ont un corps transparent qui leur permet de se fondre dans leur environnement et d'échapper aux prédateurs. Elles se nourrissent de zooplancton (minuscules crustacés adultes beaucoup plus abondants dans l'océan que dans le lagon), d'œufs, de larves de mollusques et parfois même de petits poissons.

Elles vont vivre deux semaines à trois mois en milieu océanique avant de passer à la phase dite de « colonisation », c'est le moment où ces larves vont franchir la crête récifale pour coloniser le récif et entrer dans le lagon. C'est ce passage qui va provoquer un profond bouleversement de la vie des larves puisqu'elles vont alors se transformer : apparition de formes et de couleurs, changement de régime alimentaire et d'habitat. Plus tard, ces larves qui seront devenues « juvéniles » vont se mêler à la population adulte, c'est la phase de « recrutement ».

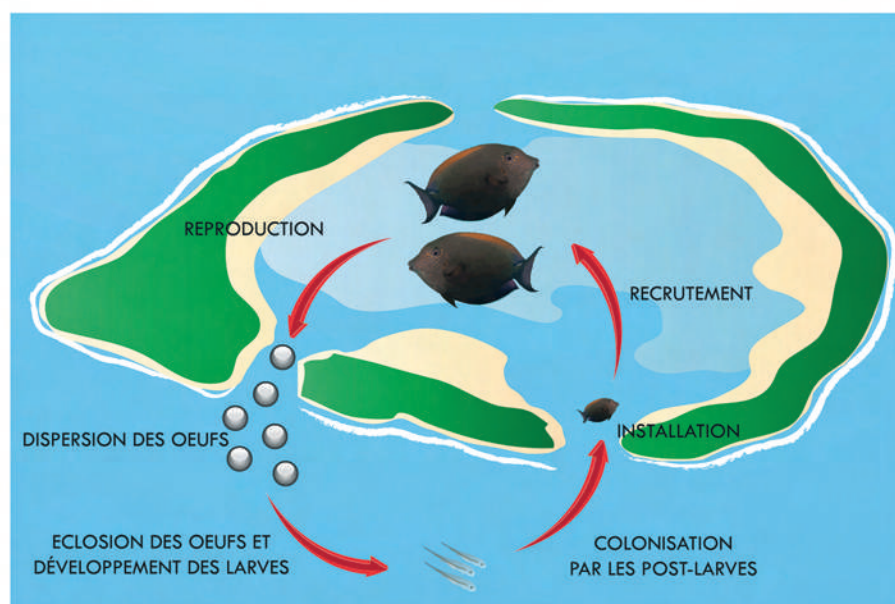


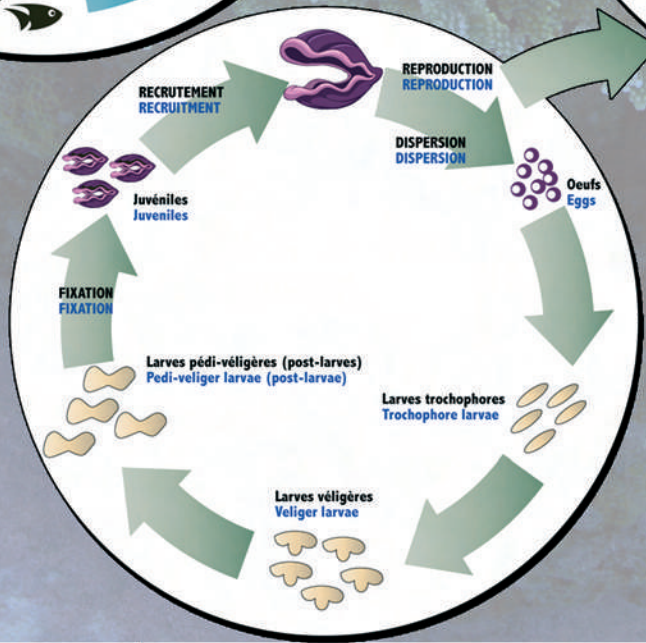
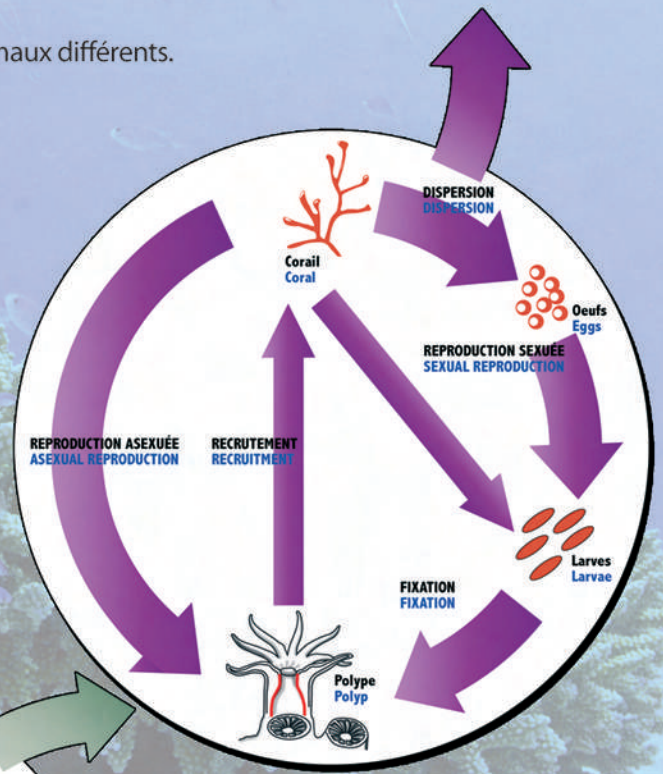
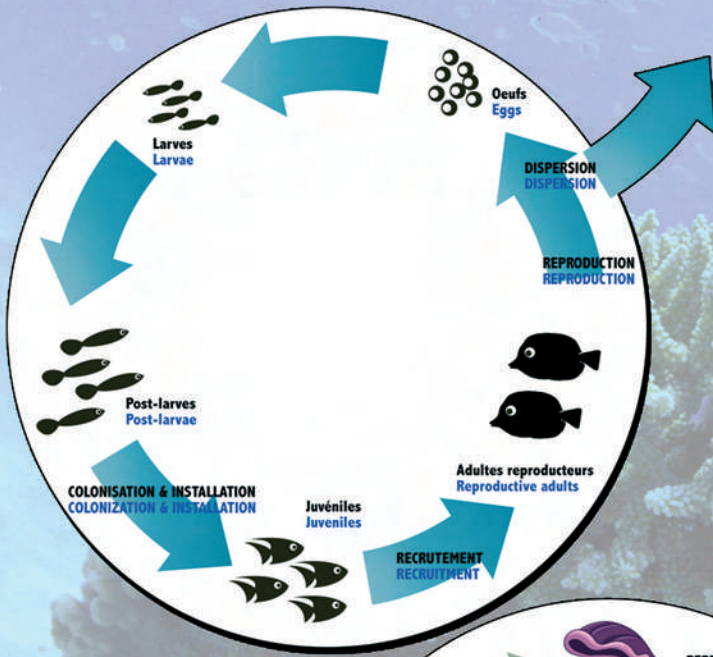
Schéma présentant le cycle de vie des poissons récifaux.

Chez la majorité des espèces de poissons récifaux, le cycle de vie est composé de deux phases très distinctes que sont :

- une phase « océanique » (où œufs et larves évoluent), et
- une phase « lagonaire - récifale » (juvéniles et adultes).

L'épisode pélagique est la période comprise entre l'éclosion de l'œuf et la colonisation du récif correspondant à la vie larvaire. Elle se déroule en plein océan.

Observons les schémas ci-dessous qui illustrent 3 cycles de vie d'animaux différents.



Exercice 1 : Identifiez les espèces présentées sur chacun des cycles. Expliquez, pour chacun d'eux, les différentes étapes du cycle de reproduction.

Exercice 2 : Pour chaque espèce ci-contre, identifiez le mode de reproduction de chacun et cochez le mode de fécondation correspondant.

	Le dauphin	Le poisson perroquet	L'hippocampe	L'oursin	Le requin pointe noire	Le poulpe
Mode de reproduction de l'animal						
Fécondation interne						
Fécondation externe						

Exercice 3 : Compréhension de texte. Lisez le texte ci-dessous et répondez aux questions posées.

“What is PCC ? PCC stands for Postlarval Capture and Culture (or “grow-out”). Postlarvae are a development stage in reef fish prior to both settlement in the lagoon and adulthood. The vast majority of animals start their development cycle with an ocean phase lasting one to three months, after which fish re-enter the lagoon in their hundreds of millions. Only approximately one in a million individuals will reach their adult stage, with most juveniles being eaten by predators. Using innovative, postlarvae can be captured and bred for sale to aquariums for example. Despite their impressive numbers, the captured animals only account for a very small portion of the larval flow, hence the very slight impact on the ecosystem compared to techniques involving the capture of adults with large quantities of breeding individuals. This makes PCC a potentially ecofriendly industry.”

- Que signifie PCC ? Sur quelle caractéristique de la reproduction des poissons récifaux s'appuie-t-elle ? Pourquoi peut-on dire que cette technique est écologique par rapport à d'autres techniques de pêche ?

III. 4 Relations au sein du récif corallien

Les récifs coralliens constituent un des plus grands écosystèmes de la planète. Les groupes d'animaux qui le composent ont tous une importance dans le fonctionnement de cet écosystème, chacun ayant une place et un rôle prépondérants. Les êtres vivants dépendent des conditions de leur milieu naturel et sont liés entre eux. Chacun s'est adapté à son environnement pour assurer la survie de l'espèce.

L'adaptation de chaque habitant du récif dépend de sa place dans l'écosystème et dans la chaîne alimentaire ainsi que des relations qui le lient aux autres espèces.



A chacun son rôle et sa place dans la chaîne alimentaire : « Qui mange qui ? »

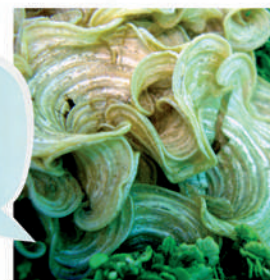
Les étapes successives d'une chaîne alimentaire (les maillons) sont appelées les «niveaux trophiques ». Il en existe 3 grands types qui permettent de classer les organismes vivants :

les producteurs, les consommateurs et les décomposeurs.

- Dans un écosystème, les "**producteurs**" sont les seuls à pouvoir utiliser de la matière minérale pour produire (de la matière organique. Il s'agit des végétaux, des algues, du phytoplancton et des coraux grâce aux zooxanthelles.. La grande majorité des producteurs utilise l'énergie lumineuse du soleil pour produire sa propre matière et se développer : c'est la **photosynthèse**.



zooplancton



Algue

- Les "**consommateurs**", contrairement aux plantes, ne peuvent fabriquer seuls leur matière organique. Ils se nourrissent directement ou indirectement des matières organiques élaborées par les producteurs végétaux. Il en existe 6 sortes :
- des consommateurs **herbivores** : qui se nourrissent de plantes, d'algues ou de phytoplancton (oursins, poissons perroquets et poissons chirurgiens...),
- des consommateurs **carnivores** : qui se nourrissent d'autres animaux (étoiles de mer, poulpes, requins ...),
- des consommateurs **omnivores** : qui mangent des animaux et des plantes (tortues, labres, ...),
- des consommateurs **détritivores** : qui se nourrissent de plantes et d'animaux morts (langoustes, crevettes, vers, ...)
- des consommateurs **filtreurs ou planctophages** qui se nourrissent de plancton -phytoplancton et zooplancton, (baleines à bosse, bécotiers ou encore éponges, ...),
- des consommateurs **limivores** qui se nourrissent de petites particules animales et végétales déposées sur les fonds marins, de tout ce que les autres plantes et animaux ont rejeté (concombres de mer, ...).



Consommateur herbivore : un oursin



consommateur carnivore : une étoile de mer



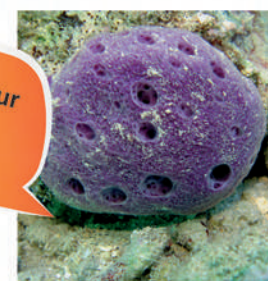
consommateur omnivore : une tortue verte



Consommateur détritivore : une crevette



consommateur limivore : un concombre de mer



consommateur filtreur : une éponge

- Les "**décomposeurs**" assurent la minéralisation progressive de la matière organique, c'est à dire son retour au monde minéral. Ce sont les bactéries qui vivent sur le fond. Il s'agit du dernier maillon de la chaîne alimentaire.

Le plancton.

Il est composé de phytoplancton (végétal) et de zooplancton (plancton animal comme le krill : petites crevettes).

Il dérive au gré des courants et des vents dans le lagon et l'océan. Il constitue le premier maillon de la chaîne alimentaire océanique.

Le necton.

Le necton représente de grands animaux pouvant nager contre les vents et les courants comme les poissons, les dauphins, les tortues marines ou encore les baleines.



Les producteurs d'oxygène :

Trois sortes d'algues sont capables de produire de l'oxygène : les vertes, les brunes et les rouges. Toutes sont des producteurs primaires c'est-à-dire qu'elles produisent de la matière organique grâce à la photosynthèse (action de la lumière sur les pigments chlorophylliens).



Les définitions à retenir :

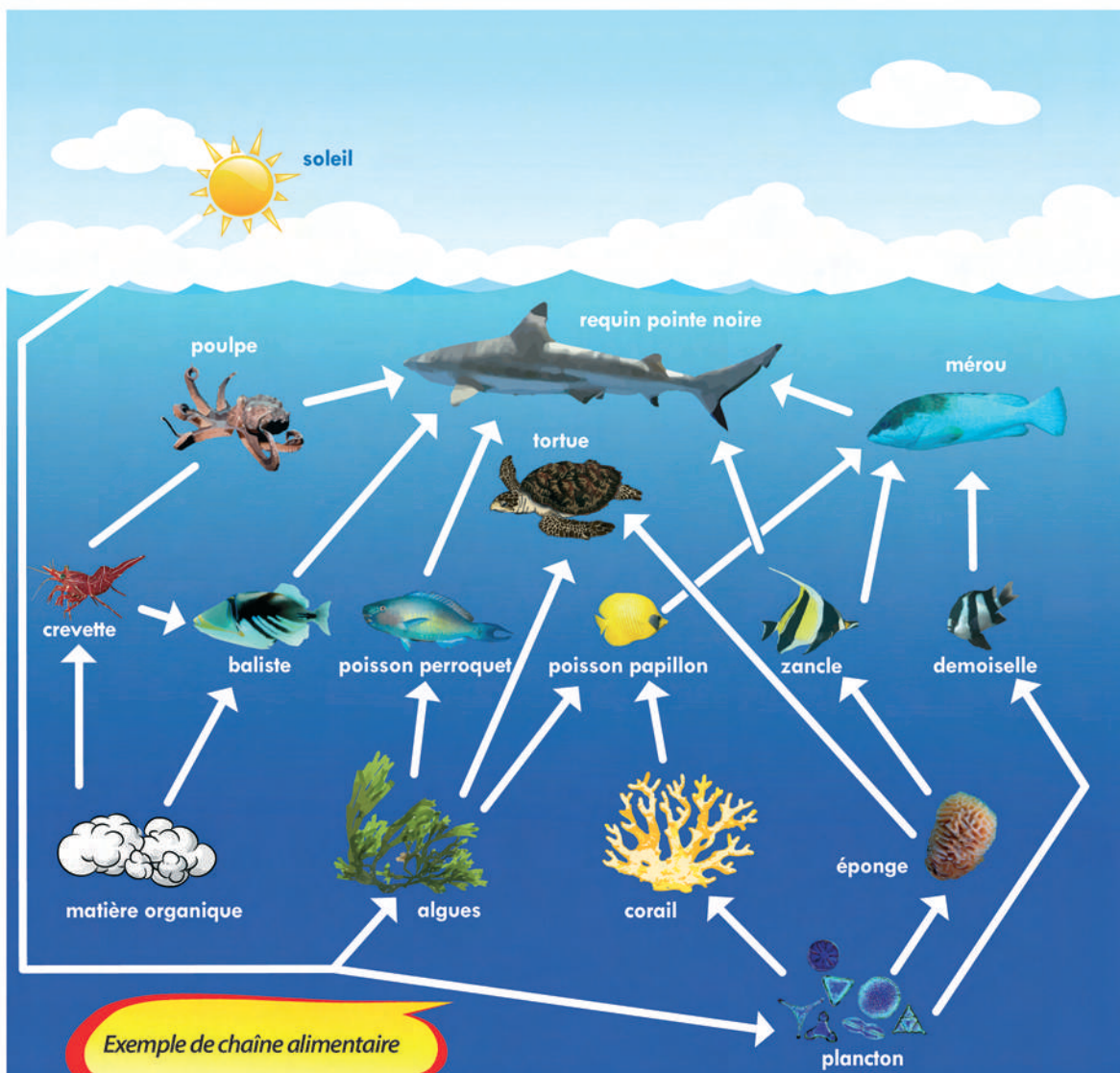
Espèce benthique : (vient du grec *benthos*) ; qui vit en relation avec le fond.

Espèce pélagique : qui vit en pleine eau.

Le benthos : c'est l'ensemble des organismes vivants en relation étroite avec les fonds.

Le saviez-vous ?

Il faut 1 000kg de plancton végétal pour nourrir 100 kg de plancton animal herbivore, qui nourrissent 10kg de carnivores primaires et finalement font vivre 1 kg de carnivores secondaires.



Exercice 1 : nommez les deux gaz contenus dans l'eau de mer, indispensables aux plantes et aux animaux ? A quoi servent les concombres de mer? Quels sont les 3 grands types d'organismes vivants au sein du milieu trophique ? Cherchez 6 exemples d'animaux marins herbivores. Dans quel type de consommateur placeriez-vous les animaux suivants : le poisson papillon, la raie armée, le requin à pointe noire, l'anémone de mer et l'huitre ?

Exercice 2 : construisez un exemple de réseau trophique avec les différentes étapes de la chaîne alimentaire, en utilisant les animaux suivants : barracuda – plancton - étoile de mer épineuse – algue – poulpe – baleine – troca – éponge – corail – cadavre de tortue marine – bactérie – crabe – baliste géant – poisson papillon.

Je retiens l'essentiel :

La base d'un écosystème récifal en bonne santé repose sur l'énergie – le recyclage (dans la nature rien ne se perd) – la biodiversité – les liens (nous sommes tous liés et dépendons tous les uns des autres).

Niveau trophique : position qu'occupe l'organisme au sein de la chaîne alimentaire. Les différents niveaux indiquent à quel point les organismes sont avancés dans la chaîne alimentaire : les producteurs de niveau 1 (végétaux), les producteurs de niveau 2 (herbivores), les producteurs de niveau 3 (prédateurs) et enfin les producteurs de niveau 4 (carnivores).

Photosynthèse : processus de transformation de l'eau et du CO₂ qui permet aux plantes, à certains organismes et bactéries de synthétiser de la matière organique grâce à l'énergie fournie par les rayons du soleil.

Matière organique : constituée de composés organiques (essentiellement du carbone) produits par les organismes vivants. Elle est recyclable et souvent biodégradable. Elle peut également être définie comme l'ensemble des produits d'origine biologique provenant des débris végétaux, des déjections et des cadavres d'animaux.

Matière minérale : constituée d'éléments ou composés chimiques naturels formés par un processus géologique.

CEUX QUI S'ASSOCIENT

De nombreuses espèces marines sont liées entre elles, parfois pour le meilleur mais aussi pour le pire ! Il existe plusieurs types d'associations :

- **le parasitisme** est une association profitable à un seul des individus et nuisible à l'autre. Par exemple le pou de mer qui se fixe sur des poissons dont il se nourrit de la peau. Autre exemple : certains poissons presque transparents (appelés aurins) qui vivent dans l'intestin des concombres de mer et sortent la nuit pour se nourrir.

- **le commensalisme** est une association profitable à un seul individu mais non nuisible à l'autre. Le rémora et le requin en sont un bon exemple. En effet, le rémora suit le requin pour récupérer ses restes de nourriture mais n'occasionne pas de blessures au requin.

- **le mutualisme** est une association de deux individus qui leur est réciproquement profitable. Par exemple, le poisson nettoyeur qui se nourrit en nettoyant les poissons du lagon, leur enlevant les parasites et algues qui sont sur leur corps.

- **la symbiose** est une association réciproquement profitable et indispensable aux deux individus. Si l'association est rompue, cela a un impact sur le bien-être de chaque individu (pouvant aller jusqu'à la mort). Un bon exemple est celui des coraux et des zooxanthelles vu précédemment ou encore le poisson clown et l'anémone de mer : le poisson amène de la nourriture à l'anémone et la protège de certains prédateurs ; l'anémone quant à elle sert de refuge au poisson.



Symbiose : le poisson clown et l'anémone

Commensalisme : le requin et le remora



Parasitisme : l'aurin et le concombre de mer

Mutualisme : le poisson nettoyeur



A CHACUN SON RÔLE

Chaque animal marin a un rôle important à jouer dans l'équilibre de son écosystème. Chacun sa place. Son utilité est liée aux autres pour permettre une stabilité. Les animaux marins ont ainsi différentes stratégies de vie sociale afin de survivre dans un monde surpeuplé, en perpétuelle compétition et soumis aux changements globaux ...



Les éboueurs :

Certains organismes ont pour rôle de recycler ou de réutiliser les déchets produits par d'autres (comme dans la relation entre le corail et son algue partenaire). Un autre exemple est représenté par les concombres de mer (holothuries) qui se procurent de la nourriture en mangeant le sable qu'ils recrachent ensuite ayant ainsi retiré de la matière organique. Ils excrètent du sable propre.

Il y a aussi les bernard-l'hermite ou les langoustes qui sont des charognards et qui nettoient le récif des cadavres d'animaux.



Les constructeurs :

Les principaux constructeurs des récifs sont les coraux mais ils ne sont pas les seuls. Chez les bédouins par exemple, leur manteau (c'est à dire la partie colorée) fabrique la coquille calcaire dans laquelle le bédouin vit. Les zooxanthelles qui vivent dans leur manteau utilisent les déchets des bédouins pour fabriquer la nourriture (via la photosynthèse). Les algues calcaires participent aussi à la construction des récifs.



Les jardiniers :

Dans le récif corallien, la lutte pour l'espace est omniprésente, c'est la compétition incessante entre coraux, algues et éponges. Certains animaux herbivores régulent le développement des algues et permettent l'équilibre de cet écosystème. C'est le rôle des poissons chirurgiens, poissons lapins, oursins et nombreux coquillages comme le troca ou le burgau qui consomment les algues.

Les oursins, quant à eux, vont aussi brouter le corail et façonner le récif. Les poissons perroquets en broutant les algues, croquent le corail qu'ils vont broyer et qui ressortira sous forme de sable corallien fin et propre ! Ainsi, ces derniers participent à la création de nos belles plages de sable blanc !



Les stations d'épuration :

Les animaux filtreurs comme le spirobranche, l'éponge ou le bivalve filtrent l'eau d'une partie de la matière en suspension et du plancton. Ils retiennent les particules alimentaires et l'oxygène et rejettent l'eau filtrée, ainsi épurée.



Les maçons des récifs :

Les algues calcaires comme l'*halimeda*, ont un squelette rigide en carbonate de calcium. Elles ont pour rôle de cimenter les morceaux de coraux cassés (comme de la colle).



Les érodeurs du récif :

Les poissons perroquets ont pour rôle de racler le substrat pour manger des algues. Les balistes se servent quant à eux du récif comme matériel de construction. Les moules perforantes l'utilisent comme loge. Les éponges, les mollusques perforants ou encore l'*Acanthaster* (étoile de mer épineuse) sont également des érodeurs du récif. La bio-érosion a comme conséquence la création de « sable corallien » constituant les plages. On l'aura compris : le récif est le résultat de l'équilibre entre construction et destruction.



Le poisson chirurgien, jardinier des récifs



L'holoturie, éboueur des récifs



Le bédouin, constructeur des récifs



Le spirobranche, épurateur des récifs.



L'étoile de mer épineuse, érodeur des récifs



L'halimeda, colleur des récifs

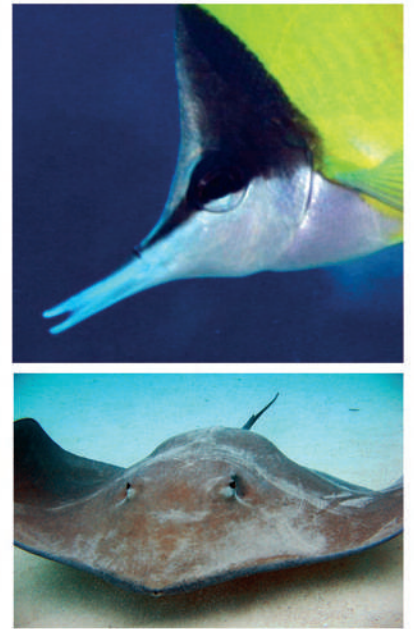
III.5 S'adapter au milieu

L'adaptation des êtres vivants à leur milieu peut se traduire par plusieurs types de modifications :

- la modification d'un caractère anatomique : par exemple la forme de la bouche du poisson pincette qui est allongée, lui permet d'aller chercher ses proies au milieu des coraux.
- la modification d'un caractère interne : chez le dauphin par exemple, les muscles sont capables de stocker une grosse quantité d'oxygène, ce qui lui permet de rester beaucoup plus longtemps en apnée.
- la modification du comportement : par exemple, certaines carangues suivent les raies lorsqu'elles cherchent leur nourriture dans le sable. Elles ont ainsi de grandes chances de s'alimenter facilement en récupérant les restes de nourriture laissés par la raie.

Pourquoi est-ce si important pour les êtres vivants de s'adapter au milieu dans lequel ils vivent ? C'est la « **sélection naturelle** » : au sein d'une espèce, les individus les plus adaptés au milieu survivent et se reproduisent davantage.

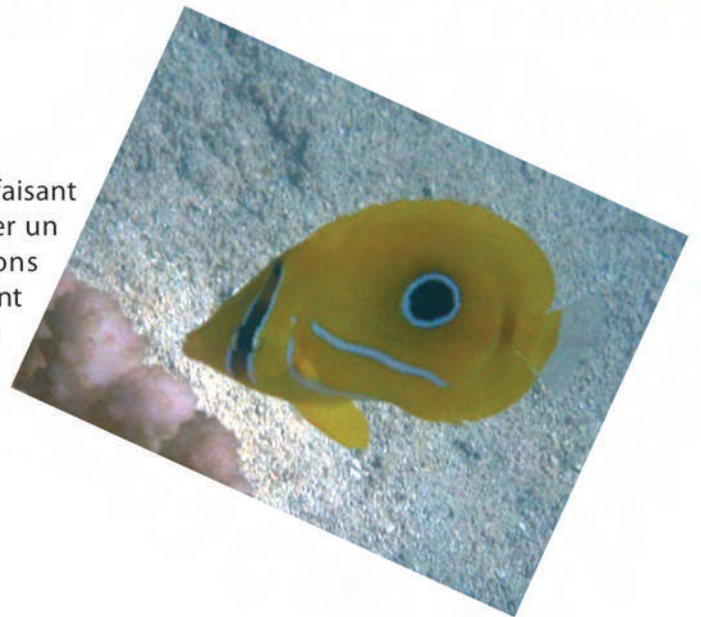
Si les caractéristiques avantageuses qui permettent de s'adapter au milieu sont transmises aux générations suivantes, l'espèce évoluera avec moins de risques de disparaître.



Pour mieux comprendre la façon dont les êtres vivants s'adaptent à leur milieu, nous allons prendre comme exemple les différentes stratégies utilisées par les habitants des récifs coralliens pour échapper à leurs prédateurs.

La diversion

Certains animaux marins échappent à leurs prédateurs en faisant diversion. C'est le cas du poulpe qui est capable de lâcher un jet d'encre pour dissimuler sa fuite. Les poissons papillons possèdent sur la partie inférieure du corps des tâches qui imitent un œil. Les prédateurs s'y trompent et n'attaquent pas la vraie tête (n'endommageant pas de partie vitale), ce qui permet aux poissons papillons de fuir.



L'intimidation

D'autres animaux ont des moyens pour dissuader leurs adversaires. Certaines limaces de mer possèdent des couleurs vives qui indiquent aux prédateurs éventuels :

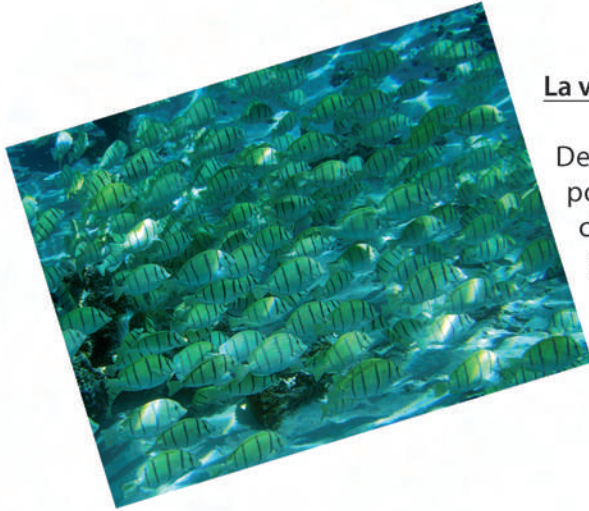
« Attention, je suis toxique, ne me mangez pas ». D'autres habitants du récif comme les diodons, les oursins ou les poissons lapins possèdent des épines. Dans certains cas, ces épines, aiguilles ou dards sont de véritables moyens de défense comme chez le poisson pierre, le poisson lion ou la raie pastenague. Les poissons ballons sont eux capables de se gonfler comme des ballons pour intimider leur prédateur.

Les poissons coffres libèrent une toxine mortelle à tout prédateur qui oserait l'attaquer.



Le camouflage

Les poulpes, tout comme les turbots panthère sont capables de changer de couleur grâce à des cellules pigmentaires appelées « chromatophores ». Les poissons feuilles ont un corps ayant la forme d'une feuille d'arbre. Ils passent ainsi inaperçus aux yeux des prédateurs. La couleur rouge des poissons soldats les rend extrêmement difficiles à discerner une fois la nuit tombée.



La vie en groupe

De nombreuses espèces vivent en bancs, choisissant l'effet de masse pour réduire le risque de se faire attraper. Le prédateur a ainsi du mal à choisir sa proie parmi cette abondance de poissons. C'est le cas des poissons chirurgiens, des orphies, des surmulets, des mullets mais aussi de certains prédateurs comme les carangues ou les barracudas.

La vitesse

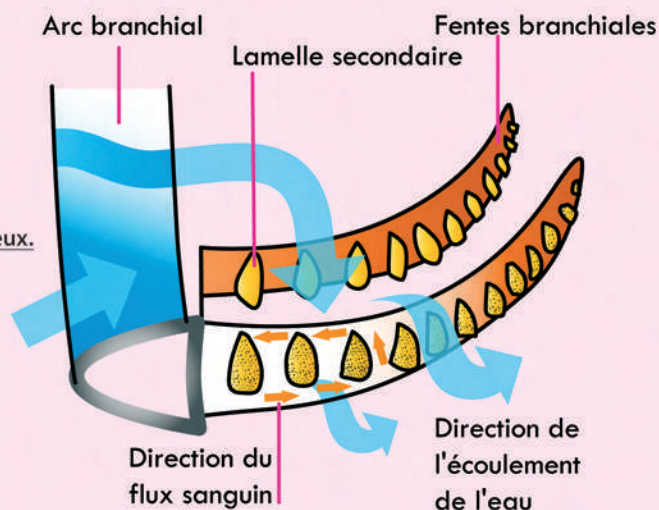
Enfin, la façon la plus facile d'échapper à ses prédateurs reste la fuite. Certaines espèces se sont ainsi spécialisées dans la vitesse grâce à leur corps fuselé et leurs nageoires puissantes. C'est le cas des orphies ou des tortues marines.



Le saviez-vous ? Un exemple d'adaptation au milieu : la respiration en milieu aquatique

Les branchies sont des organes respiratoires internes ou externes adaptés à la vie en milieu aquatique. Elles permettent l'absorption de l'oxygène contenu dans l'eau. On les retrouve chez la plupart des animaux aquatiques.

Vue rapprochée de la branchie d'un poisson osseux.

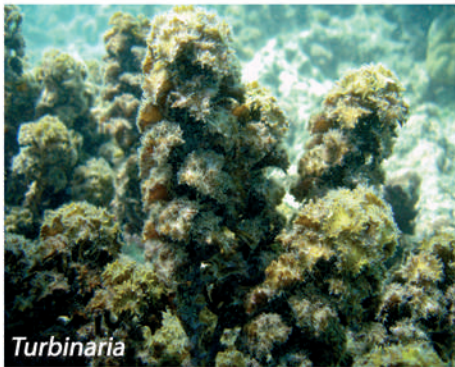


Certains animaux comme les cétacés ou les tortues marines qui vivent aussi dans l'océan sont dépourvus de branchies. Alors comment respirent-ils ? Ces animaux ont une respiration dite aérienne qui s'effectue à l'aide de poumons. Ils sont donc obligés de remonter à la surface régulièrement pour respirer. Mais certaines adaptations physiologiques comme la plus grande concentration en myoglobine dans le sang des cétacés leur permet de rester en apnée parfois plus de 90 minutes (pour le cachalot).

Exercice 1 :

- a). Pour chaque individu ci-dessous, identifiez :
- son nom commun et sa place dans la clé de détermination (espèce...),
 - son habitat, son régime alimentaire, son mode de vie,
 - sa place (son rôle) dans la chaîne alimentaire.

- b). Construisez un réseau trophique (en rajoutant d'autres espèces si vous le souhaitez).



Turbinaria



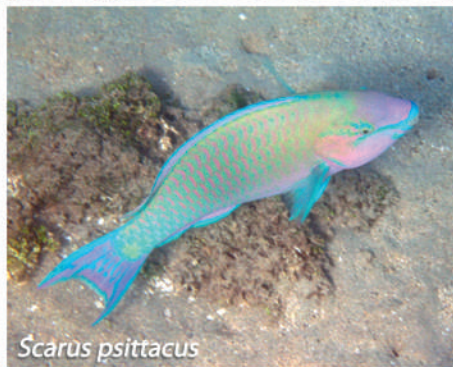
Porites sp



Halimeda minima



Bohadschia argus

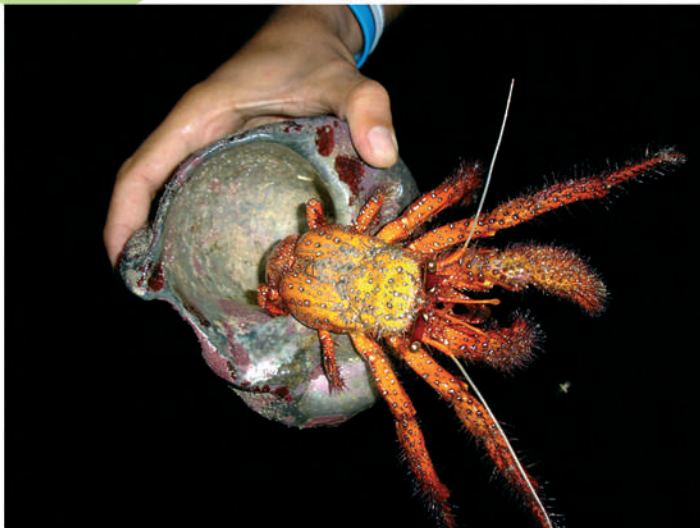


Scarus psittacus



Spirobranchus giganteus

Exercice 2 : Observez les images suivantes et répondez aux questions posées.

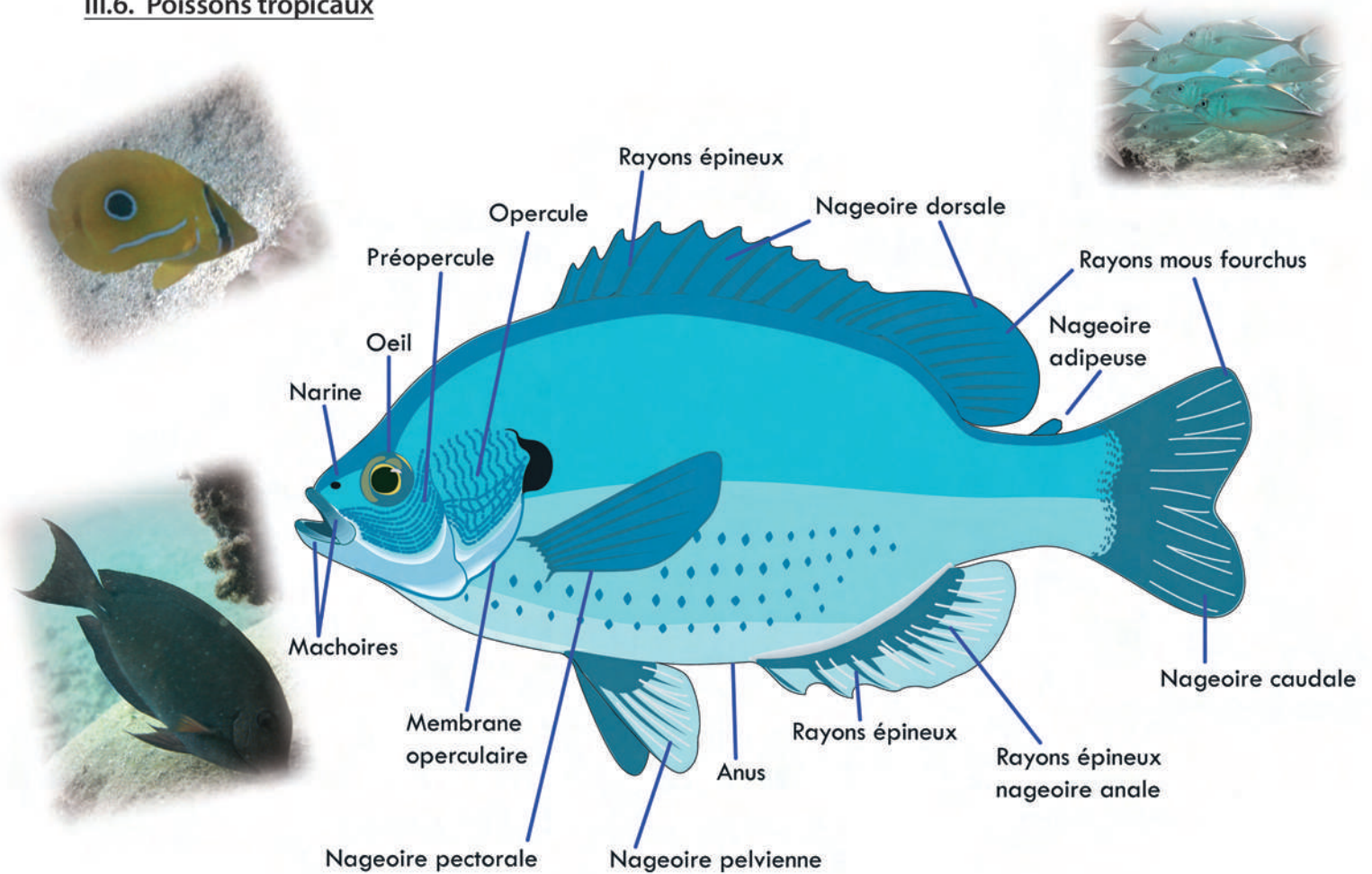


Cet animal a été trouvé dans le lagon, sur un fond sableux durant la nuit. Quel est son nom ? Quelle est sa classification ?
Que mange-t-il ? Quel est son niveau trophique ?
Quel est son rôle au sein du récif corallien et pourquoi ?
Pourquoi peut-on dire qu'il est adapté à son milieu ?
Il arrive parfois qu'une anémone de mer vienne se fixer sur la coquille utilisée par cet animal. Quel type de relations entretiennent-ils alors ? Quels sont les avantages pour l'un et l'autre des individus ?

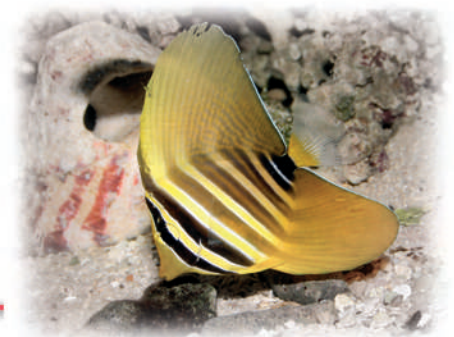


Cet animal est un poisson appelé antennaire ou poisson grenouille. Les plongeurs sous-marins ne l'aperçoivent que très rarement.
Observez bien son anatomie.
Déduisez-en son régime alimentaire et sa façon de s'alimenter.
Dans quel milieu vit-il ? sur les fonds sableux – dans les minuscules anfractuosités et recoins du récif – au milieu des herbiers – en pleine eau.
Expliquez quelles sont ses adaptations au milieu.

III.6. Poissons tropicaux



Chez les poissons, la locomotion est assurée par un mouvement ondulatoire du corps et des nageoires. La **nageoire dorsale** et la **nageoire anale** peuvent être comparées à la quille d'un bateau, elles évitent au poisson de se retourner sur lui-même. Les **nageoires ventrales** sont souvent utilisées pour le freinage. Les **nageoires pectorales** permettent au poisson de se diriger et sont également utilisées pour le freinage. La **nageoire caudale** joue le rôle de moteur en permettant la propulsion du poisson. La forme de cette nageoire indique quel type d'habitat fréquente le poisson.



Quelques définitions utiles :

Opercule : épais bourrelet de peau qui protège les branchies.

Préopercule : plaque osseuse qui renforce l'opercule.

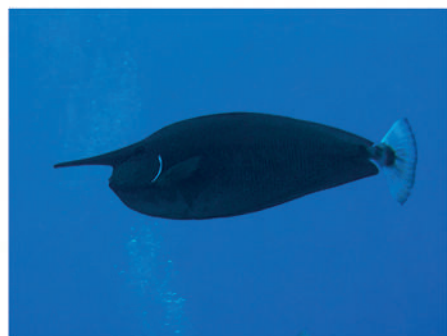
Nageoire adipeuse : petite nageoire dépourvue de cartilage, qui n'a pas d'utilité spécifique.

Je me souviens. Les poissons respirent grâce à leurs branchies qui sont des organes de filtration très développés : leur rôle est d'extraire l'oxygène dissous dans l'eau de mer et d'évacuer le gaz carbonique produit.

Les récifs coralliens comptent près de 4 000 espèces de poissons. Plats, longs, munis d'épines ou venimeux, ils ont tous des caractéristiques propres qui offrent une grande diversité. Nous présenterons ici quelques unes des familles les plus communément rencontrées !

Les labres

Les labres font partie des poissons les plus communs et les plus diversifiés des eaux tropicales. Ils mesurent de quelques centimètres à près de 2 mètres pour le napoléon, appelé aussi labre géant ! Souvent curieux vis-à-vis des plongeurs, il est aujourd'hui protégé, notamment en raison de sa pêche.



Les poissons chirurgiens et nasons

Les poissons chirurgiens et les nasons appartiennent à la même famille. Ils sont bien armés pour se défendre ! Ils sont munis d'une ou deux épines tranchantes à la base de la queue.

Les demoiselles

Ces poissons de petite taille sont très territoriaux et peuvent vivre plus de 10 ans ! On les trouve en groupes serrés près des colonies coralliennes dans lesquelles elles se réfugient à la moindre alerte.

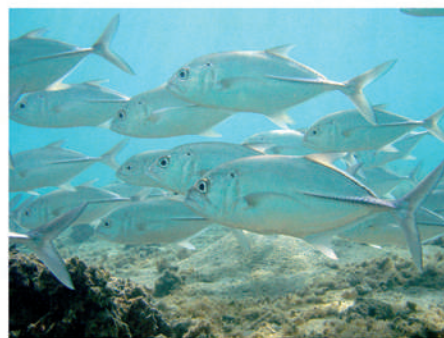


Les poissons perroquets

Les poissons perroquets sont appelés ainsi en raison de leur bec et de leurs couleurs vives. Ils broutent les algues sur les coraux et contribuent à l'érosion des récifs.

Les carangues

Les carangues sont des prédateurs redoutables, reconnaissables à leurs reflets métalliques. Leur corps comprimé latéralement fait d'elles des nageurs très efficaces.



Les balistes et poissons-limes

Les balistes et les poissons-limes sont des érodeurs du récif qui utilisent leur solide mâchoire pour casser et déplacer de gros coraux.

Les poissons papillons

Appelés ainsi en raison de leurs couleurs vives, ils sont souvent rencontrés en couple, se baladant à la recherche de leur nourriture.



Les sens des poissons



L'odorat : Très développé chez la plupart des poissons, et notamment chez les requins et les murènes, il fait appel à de petits sacs olfactifs situés sous les narines.



La vue : Les poissons ont un champ de vision très large, une bonne vision des couleurs mais une mauvaise évaluation des distances. Ils sont myopes, leur vision est nette jusqu'à un mètre environ.



Le toucher : Chez les poissons, ce sens n'est pas très développé. Ils utilisent tout le corps et la bouche mais également certaines excroissances : nageoires, barbillons, filaments, trompe...



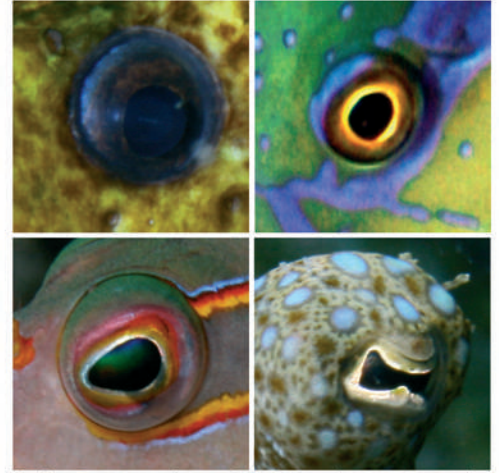
L'audition : Les poissons possèdent des oreilles internes qui sont des cavités remplies de liquide que l'on appelle « labyrinthes ». Peu développée, l'audition est remplacée par une sensibilité aux vibrations.



Les variations de pression : Les poissons sont capables de percevoir les plus infimes variations de pression du milieu aquatique. Cela leur permet de se renseigner sur leur position, leur vitesse de déplacement, la présence de proies, de dangers, d'obstacles ou encore sur la force et la direction des courants marins. Cet organe sensoriel, appelé la « ligne latérale », est constitué de canaux internes ouverts à l'extérieur par des pores.



Les ondes électromagnétiques : Certains poissons comme les raies et les requins ont des récepteurs sensibles aux champs électriques produits par les organismes vivants. Ces récepteurs sont appelés « ampoules de Lorenzini » et permettent, entre autres, de repérer des proies cachées.



Exercice 1 : ARTICLE extrait de l'internaute science (28/08/2008).

Comment les requins détectent-ils leur proie ? Les « dents de la mer » ont effrayé des générations et surtout donné une bien piètre image des requins. Ce grand prédateur est loin d'être si sanguinaire. Comment repère-t-il ses proies situées parfois à plusieurs kilomètres ? Comment les requins détectent-ils leurs proies ?

« Le requin est un poisson qui suscite à la fois fascination et crainte. Dans toutes les mémoires, ce seigneur des mers rime avec attaque. Le requin blanc doit sa mine terrifiante en particulier à ses deux grands yeux noirs immobiles. Pourtant, ces deux organes ne lui sont pratiquement d'aucune utilité ; le requin est vraiment miro. Il distingue les contrastes et quelques couleurs mais sa vue est peu aiguisée. Il lui arrive souvent de commettre des erreurs dans ses attaques. Les surfeurs en font parfois les frais. Sous l'eau, le requin voit une forme peu distincte ressemblant à un phoque. En effet, lorsque le surfeur pagaie pour prendre la vague, la planche et les membres donnent cette forme de phoque vue de dessous. La vision des squales n'est donc par leur point fort et encore moins un atout pour la prédation. Bien qu'il soit à des kilomètres d'un banc de poisson ou d'un mammifère blessé, le requin peut le repérer sans aucune difficulté. Son ouïe capte des fréquences allant de 10 à 1 000 hertz (25 à 16 000 Hz pour l'homme). Les moteurs de bateaux ainsi que les animaux blessés émettent des sons graves facilement perceptibles par le requin. L'odorat œuvre également à cette bonne détection. Les narines ne sont pas liées à la bouche ou au système respiratoire (comme tous les poissons, la respiration s'effectue par les branchies). La muqueuse nasale est pourvue de milliers de cellules sensorielles toutes reliées au nerf olfactif. Leur présence en nombre accroît considérablement la sensibilité de l'odorat. Ceci explique que les requins perçoivent une goutte de sang diluée dans des tonnes d'eau. Les requins identifient très bien les ondes mécaniques créées par l'agitation de l'eau. C'est pourquoi certains squales se hasardent au bord des côtes attirés par les mouvements des bateaux mais aussi des baigneurs. De la tête jusqu'au bout de leur nageoire caudale, ils possèdent une ligne de cellules sensorielles ciliées sensibles aux ondes mécaniques : c'est la ligne latérale. Les ondes déforment les cils qui indiquent au cerveau -via des nerfs- la proximité d'une proie. Mais ces incroyables prédateurs possèdent un sixième sens redoutable. Au niveau de leur rostre (museau), des pores qui se présentent sous forme de taches noires, débouchent sur une cavité remplie de cellules sensorielles électriques : les ampoules de Lorenzini (du nom de leur découvreur). Ces cellules sont capables de déceler la moindre variation du champ électrique environnant, la plus infime qui soit. Ces organes peuvent ainsi capter la contraction d'un muscle d'une proie. En effet, toute contraction musculaire engendre une variation du champ électrique. Alors évitez de bouger si vous voyez au loin un aileron ».

Exercice 2 : Complétez les phrases à l'aide des mots suivants :

alimentaires – zooplancton – producteurs – organismes vivants – détritivores – décomposeurs – phytoplancton – perroquets – plancton – filtreur – algues brunes – crevettes.

Tous les organismes vivants du milieu marin sont des Ils se nourrissent de matière minérale et de matière provenant d'autres..... Le sol abrite des êtres vivants qui, au travers de réseaux transforment les restes d'organismes vivants en matière minérale ; ils sont appelés des

Les poissons..... sont des consommateurs herbivores. Les consommateurs....., comme les se nourrissent d'animaux morts. La baleine à bosse est un consommateur..... ; elle se nourrit de qui est composé de et de Les..... sont des producteurs d'oxygène.

Exercice 3 : Reliez chaque association à son animal correspondant :

• Symbiose.

• Mutualisme.

• Commensalisme.

• Parasitisme.

• Association profitable à 1 seul individu et nuisible à l'autre.

• Association réciproquement profitable et indispensable aux 2 individus.

• Association des 2 individus réciproquement profitable .

• le requin et le remora.

• le concombre de mer et l'aurin.

• le corail et les zooxanthelles.

• le poisson nettoyeur et la tortue marine.

Exercice 4 : Répondez aux questions suivantes :

Comment les poissons, qui ont une audition très peu développée, détectent-ils leurs proies ?

Comment font-ils pour respirer ?

Comment la tortue marine se protège-t-elle de ses prédateurs ?

Pourquoi dit-on que les carangues sont de terribles prédateurs ?

Pourquoi les requins ont-ils un odorat très développé ?

Comment les raies repèrent-elles leurs proies ?

A partir de recherches, réalisez un schéma présentant l'emplacement des branchies pour les animaux suivants : un poisson papillon – une murène – un baliste.

IV. Les récifs en danger

IV.1. Bilan : Les récifs menacés

Aujourd'hui, 19% des récifs coralliens sont déjà détruits, 54% sont menacés dont 15% risquent de disparaître dans les 10 à 20 prochaines années. La situation des récifs coralliens est très préoccupante et les causes de ce déclin sont multiples. Le temps nécessaire aux coraux pour recoloniser les récifs dégradés ne sera peut-être pas suffisant, face à la rapidité à laquelle les récifs sont détruits.

Leur structuration est très influencée par certains événements tels que les épisodes cycloniques à la fréquence importante aux Antilles et à la Réunion ou les explosions démographiques ponctuelles de l'étoile de mer épineuse, l'*Acanthaster planci* « mangeuse de corail » comme en Polynésie française ou en Nouvelle-Calédonie.

Les lagons et récifs français sont, à l'exception des zones à proximité urbaine, dans un état relativement satisfaisant et faiblement en danger.

D'après l'analyse de l'état de santé des communautés coralliennes de l'outre-mer français par les scientifiques, on peut actuellement classer les récifs coralliens des collectivités en deux catégories :

- **ceux présentant un état de santé général stable** : il s'agit de Mayotte et des Territoires du Pacifique à savoir la Polynésie française, Wallis et Futuna, la Nouvelle-Calédonie. Ce constat est principalement dû à l'isolement océanique de ces îles et des pressions démographiques très limitées comparées à d'autres zones côtières comme les pays asiatiques.

- **ceux présentant une diminution constante de la couverture corallienne** au bénéfice des algues. Dans les Antilles françaises, les récifs coralliens peuvent être considérés comme en danger moyen. La Réunion présente aussi une dégradation au niveau des colonies coralliennes accompagnée d'une diminution globale de la biodiversité avec disparition et remplacement de certaines espèces. Dans ces Collectivités, les récifs coralliens sont moins étendus (moins de 1% du patrimoine national) et subissent les pressions exercées par 70% de la population des collectivités françaises de l'outre-mer.



2010 : Dégâts d'un cyclone en Polynésie

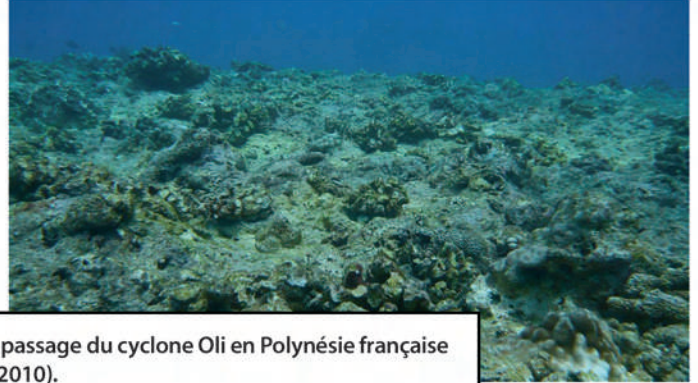


© Franck MAZEAS 2010

IV.2. Menaces naturelles

• Les cyclones et tsunamis :

Les cyclones sont l'une des catastrophes naturelles dont l'impact, sur les barrières de corail, est le plus important. Les fortes vagues, engendrées par ces phénomènes, viennent se briser sur les récifs et cassent de grandes quantités de coraux. Les fortes pluies suivant un cyclone entraînent une baisse importante de la salinité de l'eau avec des conséquences souvent catastrophiques pour les coraux. Les destructions sont suivies de processus de reconstitution complexes des systèmes récifaux, pouvant s'étendre entre quelques années et plusieurs siècles.



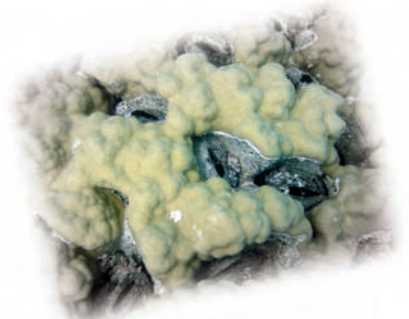
Site de la côte nord de Moorea avant et après le passage du cyclone Oli en Polynésie française (février 2010).

• Le blanchissement corallien :

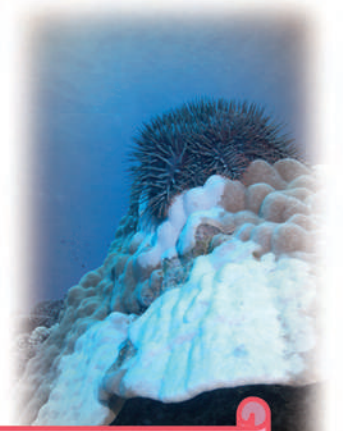
Le blanchissement se produit quand les coraux, stressés par une perturbation du milieu, expulsent les algues microscopiques avec lesquelles ils vivent en symbiose, les zooxanthelles. Ce phénomène se traduit alors par une décoloration de l'animal. Privés de leur source d'énergie principale, les coraux blanchis se régénèrent difficilement. Si des zooxanthelles ne retournent pas dans le tissu corallien, le corail meurt. Ce phénomène peut conduire à la mort de coraux sur des surfaces extrêmement vastes comme en 2002 où le blanchissement a affecté 60% de la Grande Barrière de corail en Australie (récif s'étalant sur environ 2 000 km).



• **La bio-érosion** : La bio-érosion est une dégradation du récif causée par l'activité d'organismes végétaux et animaux qui broutent, perforent ou érodent les coraux morts et vivants. De nombreuses espèces participent à cet élément naturel du fonctionnement des récifs : algues, éponges perforantes, coquillages, oursins et poissons comme les poissons perroquets.



• **La prédation** : Les prédateurs du corail les plus redoutables tels que l'étoile de mer épineuse (*Acanthaster planci*) peuvent parfois causer des dégâts importants sur les récifs. Cette étoile de mer passe environ la moitié de son temps à se nourrir ! Aujourd'hui, sa prolifération est observée dans de nombreux pays du Pacifique, où elle détruit de larges portions du récif. Parmi les prédateurs du corail, citons également les poissons papillons et certaines espèces d'escargots et de limaces de mer.



Le saviez-vous ? Les premières observations du blanchissement important remontent à 1983 – 1984 puis 1987 aux Antilles et en Polynésie. L'année 1998 est historique car un phénomène de blanchissement a été constaté dans le monde entier.

IV.3. Menaces d'origine humaine

La majorité des changements et des dégradations qui affectent les récifs coralliens est imputable aux activités humaines. La croissance démographique est certainement le facteur le plus dommageable pour les récifs coralliens, puisque chacune des menaces « anthropiques » (c'est-à-dire causées par l'homme) est amplifiée par l'augmentation rapide de la population humaine et par son impact sur l'environnement.

En raison de l'espace limité des territoires insulaires d'une part, et du développement économique de ces régions d'autre part, les pressions humaines se font de plus en plus fortes sur les espaces naturels littoraux. Par exemple, le développement économique très important de ces trente dernières années aux Antilles françaises ou encore à la Réunion a eu pour conséquence de dégrader les récifs coralliens qui laissent place peu à peu à des communautés algales plutôt que coralliennes.



• Les techniques de pêche destructrices et la surpêche

Certaines méthodes de pêche telles que la pêche au cyanure, aux plantes toxiques ou à la dynamite entraînent des dégâts souvent irréversibles sur les coraux. Ainsi, pour chaque poisson attrapé vivant avec du cyanure, un mètre carré du corail où il vivait est tué. De même, lors d'une pêche à la dynamite, 80% des poissons tués lors de l'explosion se déposent sur le fond sans être ramassés. La surpêche contribue à appauvrir la biodiversité des récifs en réduisant de façon dramatique le stock de certaines espèces jusqu'à les menacer d'extinction. Dans les Caraïbes par exemple, les poissons perroquets et les poissons chirurgiens herbivores ont été surexploités. Cette surpêche, combinée à une disparition des oursins, entraîne une prolifération d'algues et contribue ainsi au déclin important des récifs coralliens dans les Caraïbes.



• L'urbanisation du littoral

Liés à l'urbanisation croissante, les travaux de construction et d'aménagement du littoral détruisent une partie du récif et provoquent la mise en suspension des particules qui se déposent sur les coraux et les asphyxient. Dans certaines îles, le sable et le corail sont extraits du lagon pour les besoins de construction. Les travaux de remblai provoquent, comme les terrassements, des dépôts de sédiments qui affectent les coraux voisins. Les enrochements et les murets verticaux perturbent le mouvement naturel des vagues et modifient les courants, ce qui accentue certains phénomènes d'érosion et de recul des plages.

Mais l'impact le plus préoccupant est la destruction directe du récif frangeant accolé au rivage et qui joue un rôle fondamental dans l'équilibre du lagon. C'est là, dans les eaux peu profondes du récif frangeant, à l'abri des prédateurs, que les juvéniles de certains poissons récifaux se réfugient au début de leur vie.



• La déforestation

Sur les bassins versants, l'arrachage des arbres prive les sols de leur stabilité (terre retenue par les racines) et entraîne un fort ruissellement lors des fortes pluies. Des quantités énormes de sédiments sont alors acheminées jusqu'au lagon via les cours d'eau et se déversent alors sur les récifs. Les effets directs sont une diminution de la lumière reçue par les coraux et leur enfouissement sous une couche épaisse de particules qui provoque alors leur asphyxie ou ralentit fortement leur croissance.



• La pollution organique

Liée principalement au rejet des eaux usées et au déversement des produits utilisés en agriculture directement dans l'océan, ce type de pollution favorise le développement massif d'algues qui entrent en compétition avec les coraux. L'apport de grandes quantités de matière organique dans le milieu perturbe totalement l'équilibre fragile du récif corallien.



• Le tourisme

L'activité touristique exerce également des pressions importantes sur les récifs coralliens. Le nautisme, la pratique d'activités de loisir telles que la plongée sous-marine ou la pêche occasionnent des dégradations du milieu. Une vitesse excessive sur le lagon, un mauvais ancrage du bateau, un mauvais comportement du randonneur sous-marin sont autant de facteurs pouvant engendrer des dégradations du récif.



• La pollution chimique et les pesticides

Les médicaments sont des perturbateurs hormonaux, persistants, avec de longues durées de vie. La nature ne sait ni les détruire ni les recycler car ce sont de nouvelles molécules de synthèse souvent très stables et non solubles. Les produits chimiques utilisés massivement en agriculture, en traitement du bois ou pour usage domestique se déversent par centaines de tonnes chaque année dans les collectivités de l'outre-mer français.

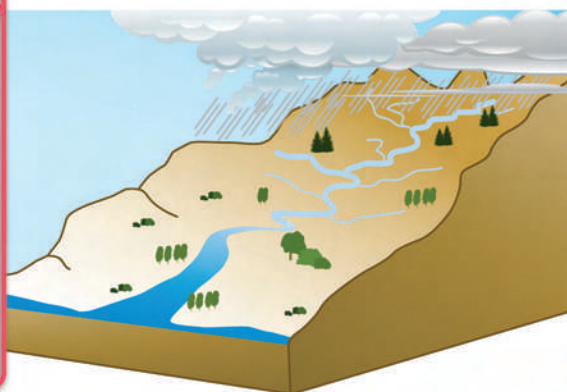
Le saviez-vous ? Agriculture et récifs coralliens, quel rapport? Les pollutions agricoles causées par l'emploi d'engrais et de pesticides, provoquent un enrichissement artificiel des eaux côtières en nitrates et phosphates (substances nutritives). Cela provoque un phénomène appelé « eutrophisation » qui conduit à la multiplication des algues au détriment des coraux.

Les définitions à retenir :

Surpêche : pêche excessive (légale ou illégale) entraînant une raréfaction de la ressource. L'espèce est pêchée plus vite qu'elle ne peut se reproduire et se maintenir.

Bassin versant : territoire qui collecte les eaux qui s'y trouvent au sein d'un cours d'eau et de ses affluents.

Eutrophisation : déséquilibre d'un milieu aquatique dû à une quantité trop importante de substances nutritives dans l'eau.



Le saviez-vous ? Pêcher avec un filet aux mailles trop fines est considéré comme une méthode de pêche destructrice. Ces filets attrapent en effet les juvéniles des poissons, essentiels pour la pérennité des espèces.

Exercice 1 : Reliez chaque cause à sa conséquence.

- | | |
|---|---|
| ⚠ Déforestation | ⚠ Expulsion des zooxanthelles et diminution des colonies coralliennes |
| ⚠ Augmentation du niveau de la mer | ⚠ Destruction de coraux et des colonies coralliennes |
| ⚠ Surpêche | ⚠ Diminution des sites de ponte de tortues marines |
| ⚠ Etoile de mer épineuse | ⚠ Etouffement du corail |
| ⚠ Cyclones, tsunamis | ⚠ Pollution par les macro déchets |
| ⚠ Urbanisation massive | ⚠ Diminution des stocks de poissons |
| ⚠ Augmentation de la température des océans | ⚠ Mort du corail |

IV.4. Changement climatique global

Le changement climatique global est considéré aujourd'hui comme l'un des dangers majeurs risquant d'affecter la biodiversité mondiale. L'évolution du climat est susceptible de modifier l'emplacement géographique des écosystèmes, la variété des espèces qu'ils abritent et leur aptitude à procurer les nombreuses ressources dont dépend l'existence même des sociétés humaines.

Il est à ce jour la menace la plus grave pour les récifs coralliens. Les coraux connaissent des phénomènes de blanchissement de plus en plus fréquents et forts, à l'exemple de ceux de 1998 et 2010, années durant lesquelles la température de l'eau avait atteint des records dans les zones tropicales. Les récifs sont directement menacés par l'élévation du niveau marin, l'intensification des cyclones et l'acidification des océans.

A cause de la vitesse à laquelle ce changement climatique semble se dérouler, la capacité des coraux à s'acclimater, à migrer ou à s'adapter est aujourd'hui très incertaine. Par exemple, l'augmentation de la température de l'eau, conséquence du phénomène à effet de serre, provoque l'expulsion des zooxanthelles par les polypes et entraîne le blanchissement voire la mort du corail.

Qu'est ce que le réchauffement global ? :

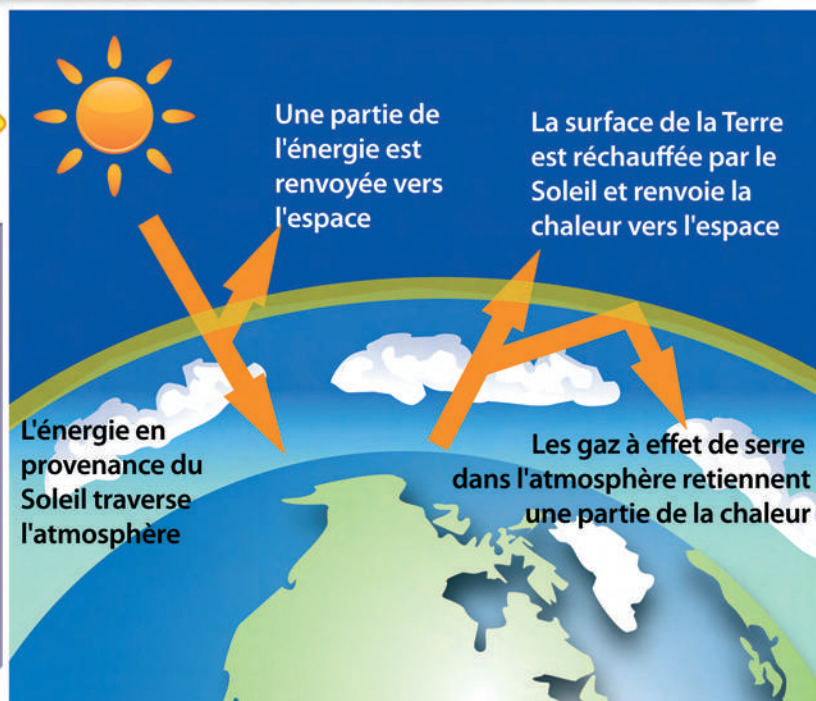
C'est l'augmentation de la température moyenne à la surface de la planète due notamment à l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre.

Le saviez-vous ? Le niveau de l'océan a augmenté d'environ 17cm au cours du XXème siècle. Au cours de ce même siècle, l'océan a absorbé 80% de la chaleur supplémentaire due aux activités humaines et s'est réchauffé jusqu'à 3000 m de profondeur. L'océan Atlantique s'élargit d'environ 3cm par an !

Comment fonctionne l'effet de serre ?

L'évolution des températures dans l'outre-mer français

D'ici 100 ans, aux Caraïbes, dans l'océan Indien et dans le Pacifique Sud, les températures atmosphériques devraient augmenter de 2°C en moyenne. En Guyane, la hausse projetée est la plus forte, avec une estimation de + 3,3°C. Enfin, des régions nettement plus tempérées comme Saint Pierre et Miquelon devraient connaître une augmentation encore plus importante et à une vitesse plus marquée.



Le saviez-vous ? L'augmentation de la fréquence des phénomènes de blanchissement du corail des vingt dernières années est en lien avec le processus de changement climatique global, dynamique communément acceptée par les scientifiques.

IV.5. Développement durable et les solutions possibles

Pour remédier à la disparition massive des récifs coralliens, il faut que chacun, à son niveau, puisse mettre en œuvre des solutions pour un développement durable. Cela pourra, à long terme, maintenir l'état de santé des récifs et apporter même des améliorations notables. La protection et la restauration des récifs requièrent un ensemble d'actions et un effort international. Le tourisme, la pêche et les activités sont à l'origine de nombreux emplois et d'apports financiers. Il est nécessaire de gérer l'exploitation des ressources marines dans un souci de « développement durable » pour qu'elles continuent à subvenir aux besoins des habitants de nos îles, génération après génération.

Les solutions actuelles pour la protection des récifs coralliens sont notamment :

• La création d'aires marines protégées (AMP)

A l'exemple de la Réserve naturelle de Petite Terre (Guadeloupe), du Parc marin de Mayotte, du PGEM (Plan de Gestion de l'Espace Maritime de Moorea), du rahui de Teahupoo, des ZPR (Zones de Pêches règlementées) de Tetiaroa, du lagon de Nouvelle-Calédonie, ces aires marines protégées ont pour but de réglementer certaines activités présentes à l'intérieur de ces zones et de préserver des lieux pour la reproduction des espèces afin de permettre la gestion durable des ressources marines.

• La gestion de la pêche

Cette gestion peut s'effectuer par la mise en place de quotas de pêche (quantités de prises) à ne pas dépasser, des réglementations sur la taille des prises, sur les périodes d'ouverture ou de fermeture de la pêche, ou encore d'interdire certains dispositifs de pêche particulièrement destructeurs.

• La sensibilisation des usagers de la mer

En plus de la mise en place des mesures réglementaires visant à la préservation des écosystèmes, chacun doit à son niveau appliquer les bons gestes pour préserver l'environnement. Il s'agit par exemple :

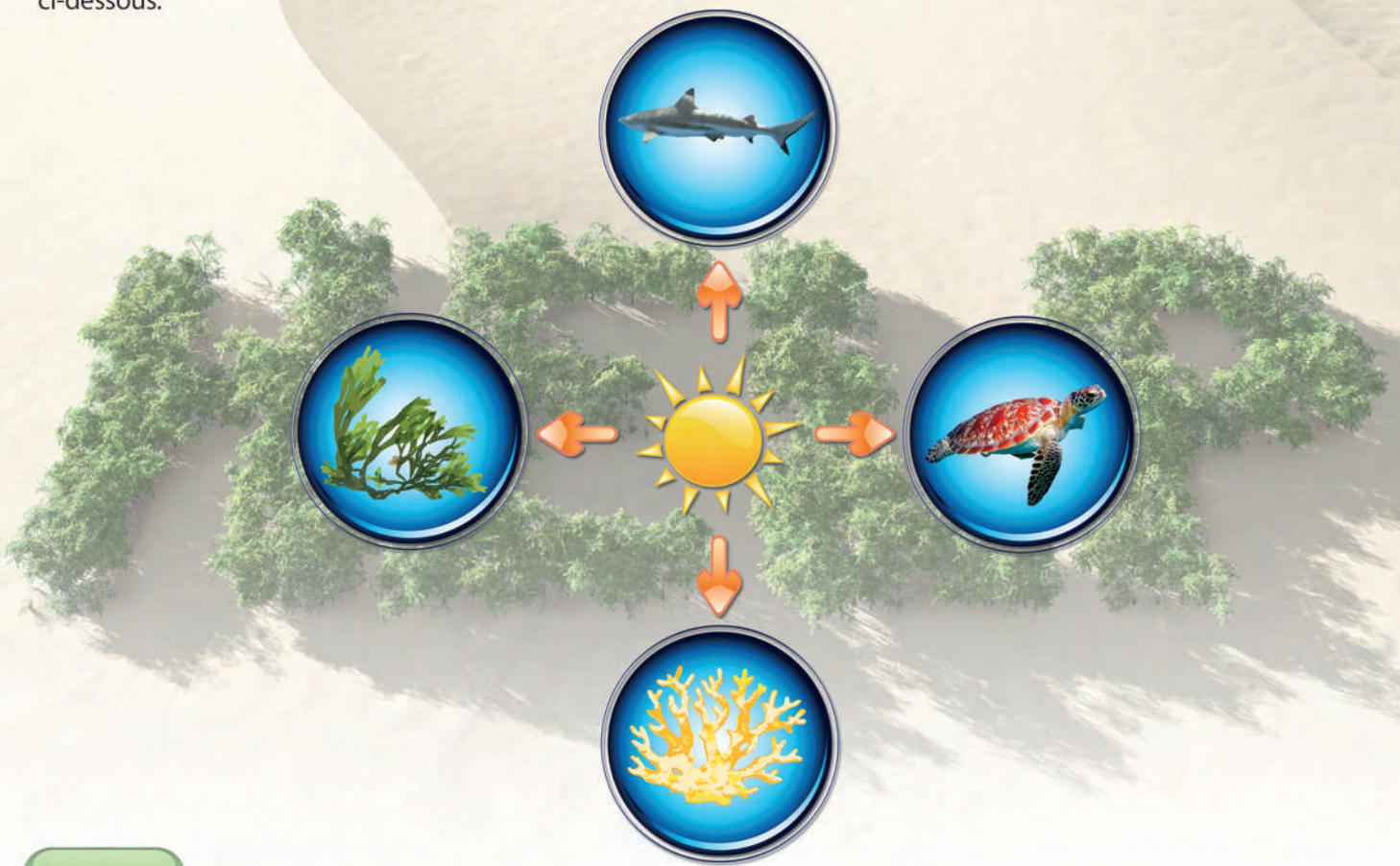
- d'éliminer les pratiques destructrices de pêche et de respecter les réglementations mises en place, les périodes et sites de pêche autorisés.
- de ne pas jeter les ancres sur les coraux ou les piétiner, de ne pas collecter de coquillages qui sont importants pour l'équilibre de l'écosystème et servent de domicile aux bernard-l'hermite.
- de ne pas jeter ses déchets dans la nature et de ramasser ceux qui s'y trouvent déjà ...
- d'informer son entourage et de soutenir des associations qui œuvrent pour la protection de la planète.

Chacun peut lutter contre le réchauffement climatique en réduisant ses émissions de gaz à effet de serre :

- en diminuant sa production de déchets et en triant ceux qui sont recyclables.
- en réduisant sa consommation d'énergie et notamment d'électricité.
- en choisissant l'origine de ses aliments (produits locaux ou de saison par exemple).
- en portant une attention particulière aux moyens de transport (utilisation des transports en commun, covoiturage à privilégier).



Exercice 1 : A l'aide d'exemples, décrivez les conséquences du changement climatique sur les organismes vivants ci-dessous.



Exercice 2 :

- Quels sont les effets de la pollution atmosphérique ? (Donnez 3 exemples).
- Quels peuvent être ses effets sur notre santé ?
- À partir de recherches, trouvez des exemples de substances nocives présentes dans l'atmosphère.

Exercice 3 : Etude d'un désherbant : le « Roundup » et ses effets. Cet herbicide, un des plus vendus au monde a très longtemps porté le message de produit « écologique ». Une étude réalisée par des scientifiques a montré ses effets néfastes sur les plantes et sur notre santé à cause de sa rémanence.

- Après avoir déterminé son principe actif, expliquez quelles peuvent être ses conséquences sur la santé des consommateurs ?
- Quelles peuvent être les conséquences de l'utilisation d'engrais chimiques en granulés sur les sols fertiles ?

Les définitions à retenir :

Développement durable : développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.

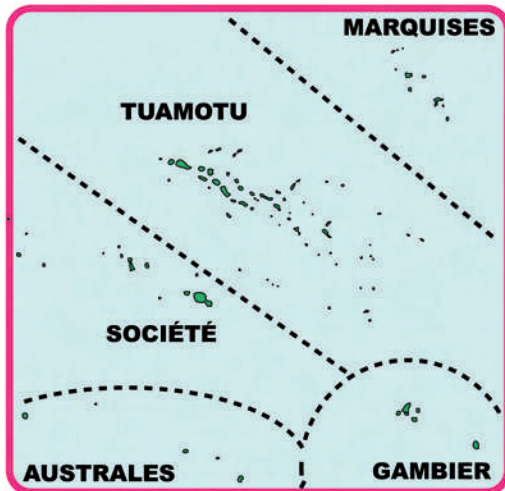
Aire marine protégée (AMP) : zone marine qui fait l'objet d'une réglementation visant à protéger l'environnement qu'elle délimite.

V. Spécificités des récifs coralliens de Polynésie française



© CRIOBE, Y Chancerelle

Les récifs coralliens de l'océan Pacifique concernent la Nouvelle-Calédonie, la Polynésie française, Wallis et Futuna ainsi que l'île de Clipperton. Elles totalisent la plus grande surface récifo-lagonaire des collectivités de l'outre-mer français, soit 22 988 km².



La Polynésie française

Superficie : 3 520 km² (de terres émergées).

Statut : POM (Pays d'Outre-Mer).

Densité de population : 80 hab/km² (selon l'ISPF en 2007).

Surface récifo-lagonaire : 15 047 km².

(2 140 de récifs et 12 907 de lagons).

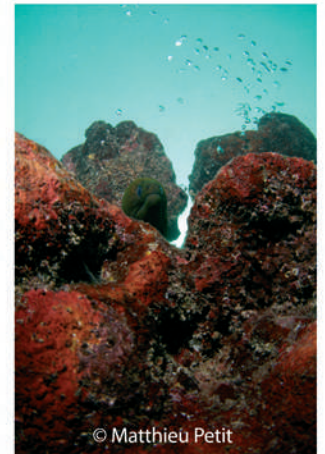
Mangroves : 4 ha.

Les récifs coralliens de Polynésie française sont parmi les moins dégradés au monde. De par les stations de suivis pérennes installées depuis 1971, ils constituent un secteur de référence mondiale pour la connaissance des récifs, leur évolution et leur résilience. Située dans le Pacifique sud, la Polynésie française s'étend sur 2 500 000 km² d'océan avec une superficie totale égale à celle de l'Europe. Ce territoire composé de 119 îles est réparti en 5 archipels que sont les îles de



© CRIOBE, Y Chancerelle

la Société (où se trouve Tahiti, la plus grande île), les îles Australes, les îles Marquises, les îles Gambiers et enfin les îles Tuamotu. Les îles de la Polynésie française sont toutes d'origine volcanique dont les plus vieilles sont estimées à plusieurs millions d'années comme Bellingshausen par exemple ou que quelques dizaines de milliers d'années comme Mehetia. La variété des îles de Polynésie fait que tous les stades d'évolution d'une île d'origine volcanique y sont présentés : île hautes, avec lagon, sans lagon, atolls... La Polynésie française regroupe 20% des atolls coralliens de la planète.



© Matthieu Petit

La biodiversité marine de la Polynésie Française reste assez faible comparée à la région Indo Pacifique ou encore l'Australie. Par contre, elle est de toute évidence la collectivité de l'outre-mer français où les récifs coralliens sont les plus importants sur le plan économique et culturel. Actuellement, environ 180 espèces de coraux, 1500 espèces de mollusques, 980 espèces de crustacés et 1020 de poissons ont été recensées.

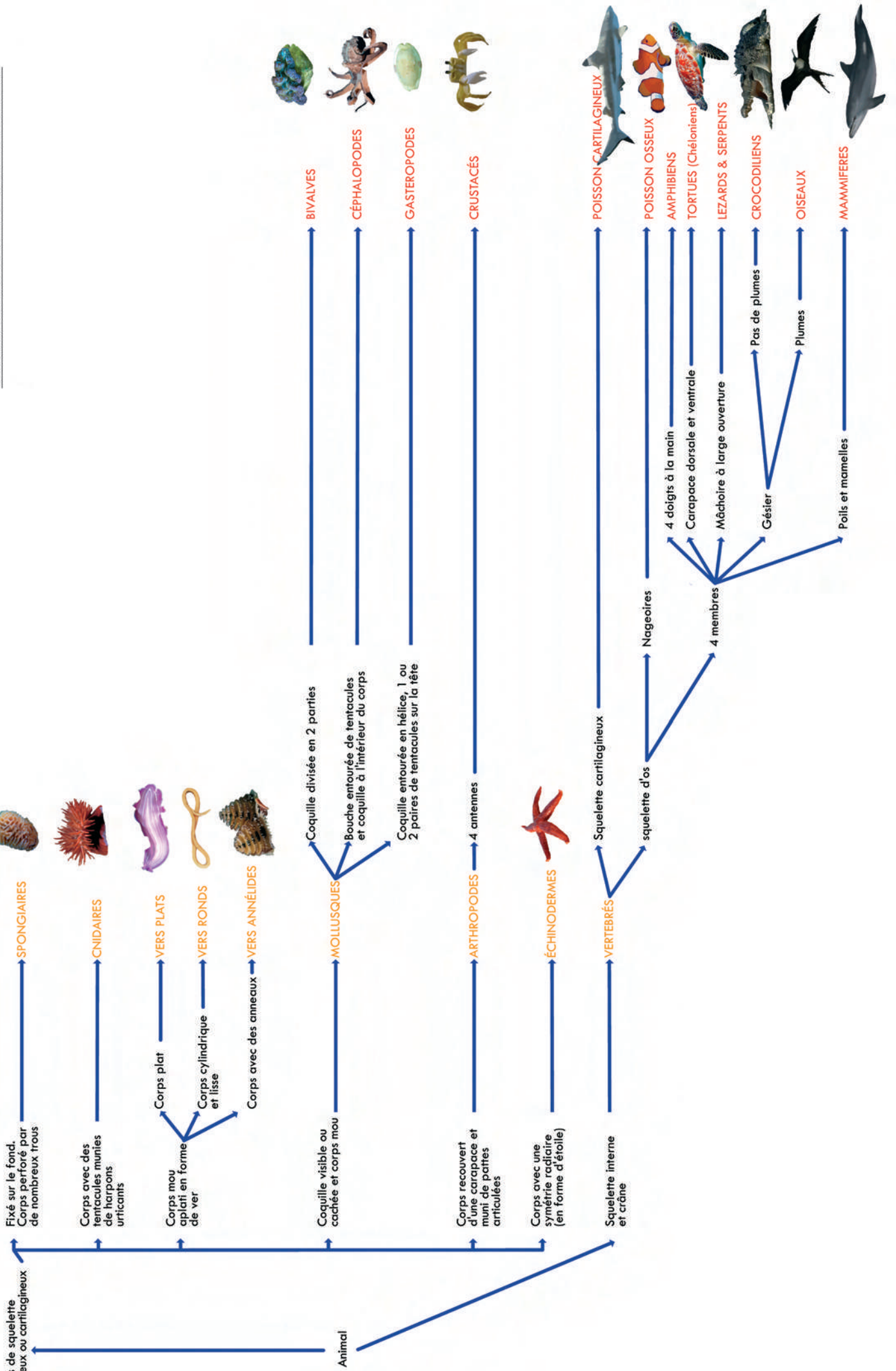
Les espaces marins protégés de Polynésie

Les premiers ont été mis en place sur les atolls de Scilly et Bellinghausen à partir de 1971. Ils règlementent et contrôlent la bonne gestion des ressources lagonaires et constituent une mesure de protection pour les nombreux sites de ponte de tortues marines qui s'y trouvent. D'autres ont été mis en place à Eiau aux Marquises, à Taiaro dans les Tuamotu et dans les cadre de PGEM (Plan de Gestion de l'Espace Maritime) sur l'île de Moorea et couvrent près de 1 000 ha. Les atolls de la commune de Fakarava sont également classés « Réserve de Biosphère » par l'UNESCO (qui couvre près de 260 000 ha de lagons et récifs). Dans certains archipels, le taux d'espèces endémiques est important ; par exemple entre 13 et 14% pour les poissons aux Marquises. En Polynésie française, la gestion ancestrale polynésienne pour gérer l'espace par les populations « le rahui » retrouve toute sa légitimité, comme par exemple à la presqu'île de Tahiti avec le rahui de Teahupoo. »

Le saviez vous ? Un polynésien consomme en moyenne 50 à 140 kg de poissons par an.

La Polynésie est la seule collectivité présentant une activité économique de premier plan liée à la mer : la perliculture est la seconde ressource économique du pays, après le tourisme.

Classification des êtres vivants du monde marin.



Crédits photographiques

Allaria Marc : p. 60, 61 - Aquablue : p. 50 - Chancerelle Yannick : p. 27, 49, 63 - Ciccione Stéphane : p. 62 - Clervoy Jean-François, E.S.A : p. 26 - Couenon Virginie : p. 58 - Duvivier Jonathan-Bastien : p. 26, 44, 49, 50 - Etienne Samuel : p. 44 - Gaspar Cécile : p. 7, 8, 20, 22, 39, 53, 58 - Holler Rodolphe : p. 20, 22, 26, 38, 50 - Kayal Mohsen : p. 54 - Leclerc Nicolas : p. 38, 42, 47 - Lesage Pierre : p. 20 - Mazeas Franck : p. 5, 6, 53 - Moorea Dolphin Center : p. 38 - Mourier Johann : p. 44 - Petit Matthieu : p. 7, 8, 24, 26, 30, 33, 35, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 54, 56, 57, 58 - Rios Joël : p. 6, 33, 35, 37 - Service de la pêche de Polynésie française : p. 55 - Soots Louis : p. 22 - Tricot Cyril : p. 46, 51 - Vignaud Thomas : p. 8, 27, 38, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 54, 63.

Crédits bibliographiques

- *24 heures sur un récif corallien*. C. Bingham (2006).
- *Atlas de l'océan mondial. Pour une politique durable de la planète mer*. J-M. Cousteau et P. Valette (2007).
- *Corals of the world Vol. 1, 2 et 3*. J.E.N Veron et M. Stafford Smith.
- *Coraux et récifs, archives du climat*. L. Montaggioni (2007).
- *Coraux : Guide pratique d'identification et de maintenance*. J. Sprung.
- *Guide des poissons des récifs coralliens*. E. Lieske et R.F. Myers.
- *Guide des poissons de Tahiti et ses îles*. P. Bachet, T. Zysman et Y. Lefèvre (2007).
- *Guide des récifs coralliens, La faune sous-marine des coraux*. A. Ferrari et A. Ferrari (2004).
- *La France des mers tropicales*. C. Rives et F. Denhez (2006).
- *Le corail et les récifs coralliens*. B. Salvat et C. Rives (2003).
- *Les animaux des récifs coralliens*. S. Ribes-Beaudemoulin (2008).
- *Les poissons des récifs coralliens*. P. Durville (2007).
- *Les récifs coralliens, sanctuaires de biodiversité*. B. Salvat.
- *Récifs coralliens de l'Outre-mer français. Suivi et état des lieux*. L. Gardes et B. Salvat (2008). Revue d'Ecologie (Terre et Vie).
- *Status of coral reefs of the world : 2008*. GCRMN.
- *World atlas of coral reefs*. M. D. Spalding, E. P. Green et C. Ravilious.
- *Bilan Ifreco*. Etat des récifs coralliens. 2010.
- *Les récifs coralliens de la France d'outre-mer*. Ifreco.
- *Livret de travail. Challenge coral reef*. 2008, SPREP/PROE.
- *Posters : Environnement récifal de l'outre - mer français. Année IYOR 2008*. Ifreco.
- *CD Rom Biodiversité*. Les récifs coralliens. International Polar Foundation.
- *Récifs coralliens de la France de l'Outre-mer français*. Ifreco. IYOR.
- *Posters et Livrets des coraux de Guadeloupe*. GDW. Ifreco, Direction de l'Environnement de Guadeloupe.
- *Atlas des récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie*. S. Andréfoüet. D. Torres Pulliza.
- *Le monde merveilleux des récifs à la Réunion*. C. Gabrié.
- *Le récif, source de vie*. CIE, Ifreco, CPS.
- *Milieu marin, écosystème vulnérable*. Kap Natirel, ONCFS.
- *Le climat et nous*. WWF.
- *Le petit Larousse illustré*.

Principaux sites web consultés

www.actu-environnement.com	www.intellego.fr/soutien-scolaire-4eme
www.futura-sciences.com	www.recif-france.com
www.ifreco.fr	http://svt.ac-dijon.fr/remediation/rem6543/4eme/4eme/41-I312.swf
www.dinosoria.com	www.dinosoria.com/tsunami.htm
www.notre-planete.info	http://mosaïque.levillage.org/miroirs/darwin.html
http://outremer.mnhn.fr	www.meretmarine.com/article.cfm?id=1601
www.developpementdurable.com	www.ommm.org/fr
www.acroporis.fr	http://nte-serveur.univ-lyon1.fr/geosciences/geodyn
http://vimeocean.free.fr	www.monanneeacollège.com
www.science.gouv.fr	http://crdp.ac-amiens.fr
www.coraux.univ-reunion.fr	http://sip2.ac-mayotte.fr
http://hyperdarwin.ifrance.com	http://fbecuwe.free.fr
http://education.gouv.fr	www.eduscol.education.fr
http://lewebpedagogique.com	www.cie.nc
http://www.futura-sciences.com	www.mediadico.com
www.aquaportail.com	

Connaissances, Capacités d'apprentissage et Objectifs Scientifiques du livret dans le Bulletin Officiel. Programme du Collège. Cycle Central, spécifique 4^{ème}.

Matières – Notions	Objectifs	Compétences
Sciences et Vie de la Terre L'activité interne du globe	Découvrir la structure interne et les phénomènes dynamiques de la Terre qui se traduisent par le volcanisme et les séismes.	<ul style="list-style-type: none"> - Observer, recenser les différentes caractéristiques d'un séisme. - Localiser les zones de séisme à l'échelle mondiale. - Comprendre ce qu'est un séisme, un volcanisme. - Comprendre les manifestations de différentes éruptions volcaniques ; identifier les deux grands types d'éruption. - Localiser les éruptions volcaniques. - Exploiter les résultats des variations de vitesse d'ondes sismiques pour en déduire la limite lithosphère asthénosphère. - Situer dans le temps des découvertes scientifiques en exploitant les textes de Wegener.
Sciences et Vie de la Terre Reproduction sexuée et maintien des espèces dans les milieux	<ul style="list-style-type: none"> - Parvenir à une généralisation concernant la reproduction sexuée. - Mettre en relation les conditions de reproduction sexuée et le devenir d'une espèce dans les milieux. - Enrichir la classification, amorcée en classe de sixième, avec les nouvelles espèces rencontrées et ainsi de renforcer l'idée de biodiversité et de préparer l'approche du concept d'évolution. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observer, recenser et organiser les informations permettant de reconnaître une reproduction sexuée à l'origine d'un nouvel individu. - Observer, recenser et organiser les informations afin de distinguer une fécondation externe d'une fécondation interne. - Observer, recenser et organiser les informations afin de placer un organisme vivant dans la classification. - Valider ou invalider l'hypothèse d'une influence de l'homme sur la biodiversité. - Formuler l'hypothèse d'une relation de cause à effet entre l'action de l'Homme et le devenir d'une espèce.
Géographie	<ul style="list-style-type: none"> - Fournir une première grille de lecture du monde (population, relief, climat, etc.). - Aborder les aspects physiques des milieux de vies des sociétés humaines par l'étude et la distribution des caractères des grands domaines climatiques, biogéographiques et localisation des grands reliefs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire et expliquer les caractères essentiels des continents (Afrique, Asie, Europe, etc.). Apprendre à distinguer les différents ensembles régionaux. - Mettre en relation des cartes, des croquis et entraîner à l'analyse de ces relations. Etre capable de cartographier et de comprendre les grands aménagements régionaux. - Apprendre à identifier et à comprendre le monde, de manière sensible et critique ; apprendre aussi à comprendre et respecter l'autre.
Education Civique	<ul style="list-style-type: none"> - Amener à faire réfléchir les élèves sur la place du droit dans la vie sociale, la justice qui repose sur des principes qui fondent le respect de la dignité et des droits de l'individu. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avoir conscience que les principes et les valeurs fondamentaux sont constitutifs de la démocratie. - Etre capable de réfléchir sur la responsabilité des individus et sociétés vis-à-vis du cadre de vie et plus largement sur l'environnement.
Thème de convergence. Environnement et développement durable	<ul style="list-style-type: none"> - Présenter les éléments scientifiques constitutifs du sujet et en indiquer les limites d'incertitude, sans prise de parti. Cela contribue à la formation des futurs citoyens capables d'opérer des choix responsables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser des observations concernant la répartition des êtres vivants dans un milieu pour mieux être sensibilisé aux conséquences de modifications dues aux activités humaines. - Comprendre la nature et localiser les ressources, leur caractère renouvelable ou non. - Placer les élèves dans une situation d'acteurs d'une gestion harmonieuse de leur cadre de vie. - Eveiller la conscience individuelle sur le rôle, les possibilités et la responsabilité des sociétés sur l'organisation et l'évolution de leur environnement.
Adaptation des programmes pour les DOM. Histoire et géographie.	<ul style="list-style-type: none"> - Etudier la thématique des cyclones, tsunamis, en appui sur des espaces locaux ou régionaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Etre capable de situer les différents Territoires et Départements français sur une carte. - Observer, identifier, confronter des cartes, des images, des schémas, des textes. - Connaître la situation des îles comme la Réunion, les Antilles et la Guyane. - Insister sur l'insularité, la tropicalité des Collectivités de l'outre-mer français. - Comprendre les relations avec la métropole des Collectivités et Territoires de l'outre-mer.

Extraits de :
 - B.O. Bulletin Officiel spécial n°6 du 28 août 2008. Programme du Collège.
 - EduSCOL. Ressources pour les classes de Collège 2009. www.educscol.education.fr/D0018.
 - Accompagnement des programmes du Cycle Central 4^{ème}.

LEXIQUE

Ahermatypique : Corail sans algue, ne nécessitant pas de lumière et pouvant vivre en profondeur.

Algale : adj. Relatif aux algues.

AMP : Aire Marine Protégée : Zone marine faisant l'objet d'une réglementation visant à protéger l'environnement qu'elle délimite.

Anthropique : adj. Dont la formation résulte essentiellement de l'action humaine, en parlant d'un paysage, d'un sol, etc.

Aquaculture : n.f. Définit toutes les activités de production animale ou en milieu aquatique.

Asthénosphère : n.f. (provient du grec *asthenos*, sans résistance). Désigne la partie située sous la lithosphère, moins rigide, qui s'étend jusqu'à 700 km de profondeur.

Atoll : n.m. Stade ultime de l'enfoncement de l'île haute ; c'est un récif annulaire de haute mer entourant le lagon central. Présents uniquement dans les océans Pacifique et Indien.

Axe des dorsales océaniques : Ligne de relief sous-marin très large et extrêmement longue située le plus souvent dans l'axe des océans et dominant les plaines abyssales.

Barrière (de corail) : n.f. Type de récif corallien séparant le milieu océanique du lagon, comme par exemple la Grande barrière de corail.

Bassin versant : Territoire qui collecte les eaux qui s'y trouvent pour la concentrer dans une rivière et ses affluents au sein d'un cours d'eau et de ses affluents.

Biodiversité : n.f. Concentration de deux mots que sont la Biologie et la Diversité. Elle définit la variété de la vie sur terre, recouvre l'ensemble des milieux naturels et des formes de vie (plantes, animaux, champignons, bactéries, virus) ainsi que toutes les relations et interactions qui existent, tant entre les organismes vivants eux-mêmes, qu'entre ces organismes et milieux de vie.

Benthique : adj. Du grec *benthos* (profondeur) : qui vit en relation avec le fond.

Benthos : n.m. Ensemble des organismes vivants en relation étroite avec les fonds marins.

Bio érosion : n.f. Dégradation du récif causée par l'activité d'organismes végétaux et animaux qui broutent, perforent ou érodent les coraux morts et vivants.

Biogéographie : n.f. Etude de la répartition des espèces vivantes (tant végétales qu'animales) et des causes de cette répartition.

Biomasse d'un écosystème : Masse totale de la matière organique et des êtres vivants constituant un écosystème.

Bivalve : n.m. Mollusque à coquille bivalve (qui a deux valves).

Blanchissement corallien : n.m. Fait de blanchir.

Carnivore : adj. n.m Qui se nourrit de chair.

Changement climatique : la Convention Cadre de Nations Unies sur les Changements Climatiques définit les changements climatiques comme "les changements de climat attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables". ([Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire glossary](#), traduit par GreenFacts).

Chromatophore : n.m. Cellule pigmentaire de l'épiderme, présente chez certains animaux marins comme les pieuvres et les poissons.

Classification phylogénétique : n.f. adj. Relative à la phylogénèse, c'est à dire l'étude de la formation et l'évolution des espèces animales et végétales en vue d'établir une parenté. La classification phylogénétique a comme principe de base que deux organismes apparentés ne doivent plus obligatoirement se ressembler, mais posséder le même ancêtre commun.

Clé de détermination : n.f. Système qui se base sur des critères apparents, observables ou connus permettant d'identifier les êtres vivants.

Cnidaires : n.m. Du grec « *cnidie* » signifiant « ortie », c'est à dire « ceux qui piquent », comme les méduses, les anémones de mer et les gorgones.

Cnidoblaste : n.f. Cellule urticante placée sur les tentacules du corail.

Commensalisme : n.m. Association profitable à un seul individu mais non nuisible à l'autre.

Conchyliculture : n.f. Elevage des huîtres, moules et autres coquillages.

Corail : n.m. Prend son origine du latin *corallium* ou encore *coralium*. Il est défini comme un animal vivant construisant des récifs.

Covoiturage : n.m. Pratique permettant aux passagers d'agir dans un souci de développement durable par l'utilisation conjointe d'un véhicule dans le but d'effectuer un trajet commun.

Cyanure : n.m. Poison violent composé de sel de l'acide cyanhydrique.

Décomposeur : n.m. Organisme qui assure la minéralisation ou la transformation en humus des cadavres, des débris végétaux et des excréments.

Détritivore : adj. et n.m. Se dit des animaux ou bactéries qui se nourrissent de détritus organiques d'origine naturelle ou industrielle.

Développement durable : Développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.

Dimorphisme sexuel : n.m. Ensemble des différences entre mâles et femelles d'une même espèce.

Edifice volcanique : matériaux solides fragmentés émis lors de manifestations volcaniques.

Echelle de Richter : Échelle sismique de référence qui évalue l'énergie des séismes par la valeur de la magnitude (calculée à partir de la quantité d'énergie dégagée au foyer).

Echinoderme : n.m. du grec *ekhinós* (hérisson). Embranchement des animaux marins possédant des ventouses et à symétrie axiale d'ordre 5 comme les oursins et les étoiles de mer.

Ecosystème : n.m. Ensemble d'organismes vivants (plantes, animaux et micro-organismes) qui interagissent entre eux et avec le milieu (sol, climat, eau, lumière) dans lequel ils vivent.

Ecotourisme : Forme de tourisme durable, centré sur la nature.

Effet de serre : Phénomène de réchauffement de l'atmosphère induit par des gaz (essentiellement le dioxyde de carbone) qui la rendent opaque au rayonnement infrarouge émis par la Terre.

Embryon : Résultat du développement initial de la cellule œuf.

Engrais : n.m. Produit organique ou minéral incorporé au sol pour maintenir ou en accroître la fertilité.

Encroûtant : adj. en forme de croûte.

Epicentre : n.m. Du grec *epi* (sur) et *centre*; point de la surface terrestre où le séisme est ressenti avec le plus d'intensité (plus on s'en éloigne, moins le séisme est ressenti) et qui est situé à la verticale du foyer.

Episode pélagique : du grec *pelagos* (mer) ; qui se déroule en plein océan et correspondant chez les poissons à la vie larvaire, c'est à dire à la période comprise entre l'éclosion de l'œuf et la colonisation du récif.

Eruption volcanique : n.f. Libération du magma et/ou de gaz par un volcan.

Eutrophisation : n.f. Enrichissement d'une eau en matières nutritives (particulièrement l'azote et le phosphore) entraînant un déséquilibre dans le milieu aquatique.

Faille : n.f. Point de cassure dans l'écorce terrestre dû aux contraintes qui s'exercent en permanence sur les roches.

Fécondation : n.f. Union d'un spermatozoïde et d'un ovule. Elle peut être soit **externe** (qui se fait dans le milieu de vie), soit **interne** (dans l'individu femelle).

Foyer du séisme : n.m. Point dans le plan de la faille où se produit la rupture des roches en profondeur à l'origine des ondes sismiques.

Fœtus : n.m. Résultat de la conception non encore arrivée à terme, mais possédant déjà la forme caractéristique de l'espèce.

Fuselé : adj. Qui a la forme d'un fuseau, c'est à dire mince et galbé.

Gamète : du grec *gamos* (mariage). Cellule reproductrice mâle ou femelle, dont le noyau ne contient qu'un seul chromosome de chaque paire et qui peut s'unir au gamète du sexe opposé (fécondation) mais non se multiplier seule.

Géomorphologie : n.f. Discipline qui a pour objet de la description et l'explication des formes du relief terrestre.

Gestation : n.f. Période plus ou moins longue durant laquelle la femelle porte l'embryon puis le fœtus.

Gonochorique : adj. Propre au Gonochorisme. **Gonochorisme** : n.m. Du grec *gonos* (génération) et *khôrimos* (séparation) ; caractère des espèces animales dont les gamètes mâles et femelles sont produites par des individus à sexes séparés.

Halimeda : n.p. algue calcaire de la famille des *Udoteaceae* possédant un squelette rigide en carbonate de calcium, ayant pour rôle de cimenter les morceaux de coraux cassés.

Herbivore : adj. et n.m. Qui se nourrit de plantes végétales et d'herbes.

Hermaphrodite : adj. et n. Individu possédant les organes reproducteurs des deux sexes.

Invertébré : adj. et n.m. Animal dépourvu de colonne vertébrale comme les mollusques, les crustacés, etc.

Lagon : n.m. Etendue d'eau peu profonde à l'intérieur d'un atoll ou fermée par un large récif corallien.

Lave : n.f. Matière en fusion émise par un volcan et qui se solidifie en refroidissant, formant ainsi une roche volcanique.

Limivore : adj. Qui se nourrit de petites particules animales et végétales déposées sur les fonds marins, de tout ce que les autres plantes et animaux ont rejeté.

Lithosphère : n.f. Partie superficielle, très rigide de la terre dont l'épaisseur varie de 70 à 150 km, qui repose sur l'asthénosphère. C'est dans la *lithosphère* que les séismes se produisent.

Madrépore : n.m. Corail constructeur (*Cnidaire*) à l'origine de nombreuses montagnes calcaires.

Madréporaire : n.m. Animal colonial composé d'une multitude de petits polypes à squelette calcaire.

Magma : n.m. Matière minérale en fusion issue de la fusion partielle des roches en profondeur et véhiculant des éléments solides et du gaz.

Mangrove : n.f. Ecosystème fragile caractéristique des littoraux tropicaux, principalement constituées de palétuviers.

Matière organique : Ensemble de composés organiques (débris végétaux, déjections et cadavres d'animaux) produits par les organismes vivants qui est recyclable et souvent biodégradable.

Matière minérale : Constituée d'un élément ou composé chimique naturel formé des suites d'un processus géologique.

Microlite : n.f. Petit cristal composant la roche volcanique qui ne peut être vu qu'à l'aide d'un microscope.

Molécule de synthèse : Molécule préparée de manière artificielle, à partir de composants chimiques.

Mutualisme : n.m. Association durable de deux individus qui leur est réciproquement profitable.

Myoglobine : n.f. Protéine musculaire présentes chez les vertébrés. Elle sert au transport de l'oxygène et à sa mise en réserve dans les muscles.

Nageoire adipeuse : Chez les poissons, petite nageoire dépourvue de cartilage, qui n'a pas d'utilité spécifique.

Necton : n.m. du grec *nēktos* (qui nage). Ensemble d'animaux pouvant nager contre les vents et les courants.

Niveau trophique : Position qu'occupe un être vivant dans les étapes d'une chaîne alimentaire (maillon). Il existe 4 niveaux : le niveau 1 : les végétaux, le niveau 2 : les herbivores, le niveau 3 : les prédateurs et le niveau 4 : les carnivores.

Nurserie : n.f. Chez les poissons, il s'agit d'un site spécifique occupé par les juvéniles.

Omnivore : adj. et n. Du latin *omnis* (tout) et *vorare* (dévorer). Qui se nourrit d'animaux et de plantes.

Onde électromagnétique : Onde qui se propage en dehors de tout support matériel, dans le vide.

Onde sismique : vibration issue de la déformation (dont l'origine est le foyer) et qui se propageant.

Opercule : n.m. Du latin *operculum* (couverture). Chez les poissons, épais bourrelet de peau qui protège les branchies.

Orphie : n.f. Poisson à bec fin et pointu appelé communément aiguillette.

Ovide : n.p. Poète latin des débuts de l'Empire qui fut banni et mourut en exil. On lui doit des poèmes mythologiques tels que *Les Métamorphoses*, *les Héroïdes*, *l'Art d'aimer*.

Ovipare : adj. et n. Du latin *ovum* (œuf) et *parere* (engendrer). Qui se reproduit par des œufs pondus avant l'éclosion.

Oviparité : n.f. Mode de reproduction des animaux ovipares.

Ovovivipare : adj. et n. Se dit d'un animal qui se reproduit par des œufs mais qui les conserve jusqu'à éclosion, donnant ainsi naissance à des petits vivants, sans qu'il y ait eu gestation.

Ovoviviparité : n.f. Mode de reproduction des animaux ovovivipares.

Ovule : n.f. Du latin *ovum* (œuf). Cellule reproductrice femelle destinée à la fécondation.

Palétuvier : n.m. Nom donné aux arbres présents dans les mangroves (généralement à racines longues).

Parade nuptiale : n.f. Comportement de séduction adopté par un animal pour en séduire un autre.

Parasitisme : n.m. Association profitable à un seul des individus et nuisible à l'autre.

Perliculture : n.f. Culture humaine de l'huître perlière.

Phanérogame : adj. et n.m. ou f. Du grec *phaneros* (visible) et *gamos* (mariage). Embranchement comprenant les plantes se reproduisant par graines et fleurs.

Photosynthèse : n.f. Processus de transformation de l'eau et du CO₂ qui permet aux plantes, à certains organismes et bactéries de synthétiser de la matière organique grâce à l'énergie fournie par les rayons du soleil.

Pinacle : n.m. Du latin *pinnaeculum* (faîte). Se dit d'un récif corallien isolé, caractérisé par un édifice corallien au milieu de l'océan. La base récifale prend naissance sur un haut fond, proche de la surface.

Pisciculture : n.f. Spécialisation de l'aquaculture qui consiste en la production des poissons par l'élevage.

Planula : n.m. Larve aplatie nageant librement.

Plancton : n.m. Du grec *plagkton* (qui erre). Ensemble d'êtres microscopiques qui se déplace au gré des courants. Le **plancton** est composé de **phytoplancton** (plancton végétal) et de **zooplancton** (plancton animal).

Planctophage : adj. Qui se nourrit de plancton.

Plaque tectonique : Immense plaque de roche sur laquelle se reposent continents et océans (il existe 12 plaques tectoniques sur Terre).

Plaque lithosphérique : Zone stable de la surface terrestre délimitée par des zones de forte activité sismique et volcanique et constituée de lithosphère.

Pollution organique : Type de pollution due principalement au rejet des eaux usées et au déversement des produits utilisés en agriculture directement dans l'océan.

Polype : Animal microscopique qui compose le corail. En se soudant les uns aux autres, ils forment des colonies.

Pré opercule : Chez les poissons, plaque osseuse qui renforce l'opercule.

Producteur : n.m. Dans un écosystème, seul animal à pouvoir utiliser de la matière minérale pour produire (ou fabriquer) de la matière organique, comme les algues par exemple.

Récif frangeant : n.m. Nom donné au récif accolé (ou bordant) à la côte.

Récif barrière : n.m. Résulte de l'enfoncement de l'île haute dans l'océan ; il est donc séparé de la côte par un lagon.

Rémanence : n.f. Du latin *remanere* (rester). Souvent employé en agriculture, ce terme définit une persistance d'action dans le temps après application d'un produit.

Remblai : n.m. Masse de terre rapportée pour élever un terrain ou combler un creux.

Reproduction : n.f. Ensemble des moyens utilisés par une espèce pour se perpétuer et produire de nouveaux individus.

Reproduction sexuée : Mode de reproduction comportant l'union d'une cellule reproductrice mâle et d'une cellule reproductrice femelle.

Reproduction asexuée : Mode de reproduction qui se fait par propagation ou bourgeonnement.

Réserve vitelline : n.f. Réserve qui permet à l'embryon de se nourrir par lui-même.

Réservoir magmatique : Zone située sous la croûte terrestre et contenant le magma en stationnement.

Roche volcanique : Résultat du refroidissement par étapes du magma et sa solidification sous forme de cristaux de verre.

Rostre : n.m. Du latin *rostrum* (bec). Chez les animaux, nom donné au nez, bec de certains animaux comme les dauphins.

Sac olfactif : situé sous les narines, il permet à certains poissons comme les requins d'avoir de l'odorat.

Scissiparité : n.f. Type de reproduction asexuée caractérisé par la division d'un corps en plusieurs parties qui se développeront de façon individuelle.

Sédiment : n.m. Du latin *sedimentum* (affaissement). Dépôt meuble laissé par les eaux, le vent et autres agents d'érosion, et qui, selon son origine, peut être marin, fluvial, lacustre ou glaciaire.

Spermatozoïde : n.m. Du grec *sperma* et *-atos* (semence). Gamète mâle des animaux et certaines plantes.

Spicule : n.m. Du latin *spicula* (petit épi). Nom donné aux petits bâtonnets calcaires constituant le squelette des coraux mous comme les éponges.

Spirobranche : *Spirobranchus giganteus*. Appelé communément « Sapin de Noël », le Spirobranche est un ver benthique qui se fixe sur les coraux.

Substrat : n.m. Du latin *substratum* (subordonner). Ce qui sert de base, d'infrastructure ou de support à quelque chose.

Surpêche : n. f. Pêche excessive (légal ou illégal) entraînant une raréfaction de la ressource.

Symbiose : n.f. Du grec *sun* (avec) et *bios* (vie). Association de deux ou plusieurs organismes différents, qui leur permet de vivre avec des avantages pour chacun (association à bénéfice réciproque entre deux êtres).

Tsunami : n.m. Du japonais « *tsu* » qui signifie « port » et « *nami* » qui signifie « vague ». Sa définition littérale est donc une « vague portuaire ». Définit une immense vague provoquée en général par des séismes (peuvent aussi être provoqués par une avalanche, un glissement sous-marin ou même la formation d'un volcan).

UNESCO : Sigle de United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. Institution spécialisée de l'O.N.U. créée en 1946 dans le but de contribuer au maintien de la paix et de la sécurité internationales, en resserrant par l'éducation, la science, la culture et la communication, la collaboration entre nations pour assurer le respect des droits de l'homme et libertés fondamentales.

Verruqueux : adj. Relatif aux verrues.

Vertébré : n.m. Animal pourvu d'une colonne vertébrale.

Vitellus : n.m. Mot latin signifiant « jaune d'œuf ». Ensemble de substances de réserves contenues dans l'ovule et apportant de la nourriture à l'embryon.

Viviparité : adj. Mode de reproduction des animaux vivipares.

Vivipare : adj. et n. Du latin *vivus* (vivant) et *parere* (mettre au monde). Se dit d'un animal (avec un embryon qui se développe à l'intérieur de la femelle) et dont les petits naissent sans enveloppe et très développés.

Volcanisme : n.m. Ensemble des manifestations volcaniques.

Zone biogéographique : Zone géographique délimitée sur la base de sa composition floristique et/ou faunistique.

Zooplancton : du grec *zoo* (animal). Se dit du plancton animal c'est à dire de minuscules crustacés, œufs, larves de mollusques et parfois même de poissons.

Le CRIOBE



Le CRIOBE (Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement) est un laboratoire de recherche français spécialisé dans l'étude des écosystèmes coralliens. Créé en 1971, il est sous la tutelle de PSL-EPHE, du CNRS et de l'Université de Perpignan UPVD. Ses activités s'exercent à travers de multiples disciplines - l'écologie, la génétique, la chimie, la sociologie et l'anthropologie - sur la station de terrain sur l'île de Moorea en Polynésie Française avec des missions scientifiques à travers tout le Pacifique.

Contact : BP 1013 Papetoai - 98729 Moorea - Polynésie Française

Mail : criobe@mail.pf www.criobe.pf Tel : (689) 40 56 13 54

L'IFREMER



L'unité de recherche Ifremer "Ressources Marines en Polynésie française" (RMPF) est intégrée à l'UMR "Ecosystèmes Insulaires Océaniques", avec un effectif de 20 personnes. Elle mène des travaux de recherche en appui au développement durable des filières perlicole et aquacoles du Pays.

80% de l'activité de RMPF est dévolue à l'amélioration de la qualité de la perle, deuxième activité économique de la Polynésie française. Les autres travaux concernent l'aquaculture de la crevette bleue et du Platax (paraha peue), avec pour ce dernier l'objectif de résoudre les problèmes de mortalité lors de la mise en cages en milieu ouvert.

Contact : B. P. 49 - 98 719 Taravao - Polynésie Française

Mail : benoit.beliaeff@ifremer.fr <https://www.ifremer.fr/cop/> Tél. : (689) 40 54 60 10

L'UPF



L'université de Polynésie française est un établissement d'enseignement supérieur public à caractère culturel et professionnel. C'est une université pluridisciplinaire, structurée autour de 3 départements de formation, une Maison des sciences de l'homme (USR 2003 - UPF-CNRS), une unité mixte de recherche (UMR 241 EIO, UPF-IRD-ILM-Ifremer), 4 équipes d'accueil, un observatoire Géodésique (OGT, UPF-CNES) et un Centre d'études archéologiques (CIRAP).

Contact : BP 6570 - Campus d'Outumaoro - 98 702 Faa'a - Polynésie française

Mail : communication@upf.pf www.upf.pf Tél. : (689) 40 80 38 03

L'Unité Mixte de Recherche «Ecosystèmes Insulaires Océaniques»



L'Unité Mixte de Recherche « Ecosystèmes Insulaires Océaniques » (UMR-241 EIO) a été créée en 2012 à l'initiative de l'Université de la Polynésie française (UPF), de l'Ifremer, de l'IRD et de l'Institut Louis Malardé (ILM). L'action de l'UMR est construite autour d'un projet scientifique visant à analyser les interactions Ressources-Environnement-Usages au sein des écosystèmes insulaires.

Sa mise en place répond à un besoin de meilleure structuration et de fédération des forces de recherche en Polynésie française. Cette démarche s'est traduite par une mutualisation des moyens humains, techniques et financiers entre les partenaires, afin de répondre de manière coordonnée aux attentes du Pays et aux défis scientifiques majeurs auxquels sont confrontés les écosystèmes insulaires océaniques.

Une fédération de la recherche autour de 4 objectifs scientifiques :

- Comprendre le fonctionnement des écosystèmes insulaires océaniques exploités et caractériser leur évolution, notamment dans le contexte du changement global.
- Identifier des substances naturelles d'intérêt et des axes de valorisation des ressources naturelles dans une perspective de soutien au développement durable de la Polynésie.
- Identifier les facteurs de risque (écologique, sanitaire et social) et caractériser la vulnérabilité des EIO.
- Caractériser la réponse et le rôle de la biodiversité de ces systèmes et proposer des outils innovants d'observation et de suivi.

Contact : BP 6570 – 98 702 Faa'a - Polynésie française

Mail : secretariat-umr241@upf.pf https://www.ifremer.fr/umr_eio Tél : (689)40 80 39 67

L'Institut Louis Malardé (ILM)



Implanté au sein de l'Institut Louis Malardé (ILM) de Tahiti (Polynésie française), le Laboratoire de Recherche sur les BioToxines marines (LRBT) a été créé en 1967. Très tôt, ses recherches se focalisent sur l'étude de la ciguatera, une intoxication alimentaire hautement prévalente en Polynésie française. La stratégie privilégiée dans l'étude de ce phénomène, est une approche intégrée qui s'articule autour des thématiques suivantes :

- Surveillance épidémiologique des cas d'intoxication par biotoxines marines sur l'ensemble du territoire polynésien.
- Veille technologique concernant les outils de détection des micro-algues et toxines associées présentes dans les réseaux trophiques marins (ciguatoxines et phycotoxines émergentes).
- Evaluation du risque ciguatérique dans les lagons les plus vulnérables, pour une sécurisation sanitaire accrue des filières lagunaires.
- Etudes à visée biomédicale (outils diagnostic, formes chroniques de la maladie, efficacité des remèdes traditionnels dans le traitement de la Ciguatera).
- Actions d'éducation et de sensibilisation du grand public, coopération technique.

In fine, ces recherches visent à doter la Polynésie française d'un réseau de surveillance et de prévention ad hoc des risques d'intoxications, en vue de l'exploitation durable de ses ressources lagunaires. Plus récemment, et face à l'expansion du risque ciguatérique à l'échelle mondiale, le LRBT a élargi ses centres d'intérêt aux nouvelles zones d'endémie de la maladie, notamment via son intégration à des réseaux de coopération nationale, régionale et internationale sur la thématique des biotoxines marines.

Contact : Institut Louis Malardé (ILM) - Rue du 5 mars 1797 - Papeete - BP 30 Papeete 98713 Papeete- Tahiti

Responsable d'équipe : Mireille Chinain Dr Sc, HDR – Tél : (689) 40 41 64 58 - Fax : (689) 40 41 64 06

Email : mchinain@ilm.pf www.ilm.pf www.ciguatera.pf