Module 11 : les paradis fragiles de la mer des Caraïbes

La démarche d'investigation : étudier la **formation des îles et des récifs coralliens** de la mer des Caraïbes et les **écosystèmes vitaux** dans cette région.

Comprendre la **succession écologique** et la situation préoccupante des coraux récifaux dans le cadre du **réchauffement climatique, de la pollution océanique, du développement côtier et des ouragans**.

Etudier l'impact de **l'économie de la pêche et du tourisme et la préservation des coraux** dans les **parcs marins** de la côte est du Mexique, du Belize et au nord-est du Honduras.

Evaluer les modifications des **écosystèmes marins tropicaux**.

Des réserves de biodiversité menacées par le réchauffement climatique

Après avoir franchi le canal de Panama dans le sens ouest-est, Olivier Pitras met le cap sur le **Honduras** : au large de ce pays, sur près de 400 kilomètres s'étendent des **champs de récifs qui forment le deuxième ensemble corallien du monde après la Grande Barrière d'Australie.** Il traverse le **plateau continental** qui borde la **côte est** (*Nicaragua, Honduras, Belize*) jusqu'à 200 milles au large et conduit au **bassin** et au **détroit de Yucatan**.

Les **récifs coralliens** constituent l'un des systèmes les plus fragiles et les plus complexes de la **biodiversité** après la forêt tropicale (*étudiée dans le module précédent*) : c'est **l'habitat marin le plus riche**, la « *forêt pluviale de la mer* ».

L'étude du navigateur porte ici sur la menace du réchauffement et la fragilité d'un habitat de plus en plus touché par les ouragans et les mouvements incessants de la mer. Olivier Pitras dit que le **changement climatique** et la **remontée océanique** sont source d'inquiétude : la dégradation et le blanchissement des coraux de la zone nord-ouest Caraïbe obligent d'avoir une politique de **protection** et des **projets de conservation** dans les **parcs marins** de la région.

Les coraux pourraient ainsi être noyés si le niveau de la mer s'élève plus rapidement qu'il ne leur est possible de croître : ce sont ceux qui se développement actuellement le plus vite qui sont les plus susceptibles d'être endommagés par les ouragans, hors ceux-ci sont appelés à devenir plus forts dans le **golfe du Mexique** et sur la **mer des Caraïbes** au fur et à mesure que les océans se réchaufferont….

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Les **changements de climat** affectent de plus en plus les coraux et si **l'océan tropical se réchauffe** trop les zooxanthelles disparaîtront, car elles ne peuvent supporter une eau supérieure à 30 degrés : leur **mort** entraîne une **décoloration en masse des récifs de corail**, qui a déjà commencé depuis quelques années.

L'activité humaine constitue aussi une **menace pour les coraux**, qui sont situés à proximité des côtes et soumis aux **pressions et aux enjeux du développement urbain (*pollution*), de la pêche et du tourisme.**

Selon une étude américaine récente, les récifs du bassin des Caraïbes et de la mer des Antilles ont subi des dommages plus ou moins graves depuis le passage de **l'ouragan Mitch** en 1998 et du **développement des transports maritimes**.

Olivier Pitras s'est aussi penché sur la **gestion des récifs** et certaines **pratiques traditionnelles du traitement des coraux** : il dit que les organisations internationales cherchent activement à remettre directement la **gestion des parcs** entre les mains des **collectivités locales** et que des **réserves** marines supplémentaires sont classées chaque année en « ***zones vertes*** » pour être **protégées.**

Les **habitants** de la région littorale ont également **besoin** de ces récifs pour développer la pêche, attirer les touristes (*dans le cadre des pratiques d'écodéveloppement*) et **protéger les côtes de l'érosion et de la houle des ouragans**.

Sans eux, les fonds seraient envahis par les algues et les grosses vagues détruiraient peu à peu les plages, les îles, les villages et les villes côtiers.

Olivier Pitras nous fait découvrir **la beauté** des **récifs** frangeants et de la **barrière de corail** aux abords des côtes panaméennes, du Honduras et du Mexique, et nous décrit les merveilles des **eaux tropicales**, qui abritent des communautés de **coraux** et une **vie marine abondante** (*les récifs coralliens sont aussi riches que colorés).*

Il prend soin de **naviguer dans les chenaux à fond sableux** qui entaillent les tables coralliennes, pour ne pas abîmer les exosquelettes qui s'empilent en récifs avec le bateau ou avec son ancre. Il dit que les coraux peuvent s'installer à plus forte profondeur mais que c'est près des côtes qu'ils colonisent les affleurements rocheux, rendant la navigation plus difficile : « *la navigation dans le corail a ses contraintes »* **JDB-20-01-2009**. Il dit que les espèces les plus fragiles, donc les plus vulnérables, ne peuvent subsister que loin des turbulences de l'océan (*qui brassent trop les eaux*) et apprécient davantage les étendues calmes des **lagons** bleus…..

Extraits du journal de bord d'Olivier Pitras

« *Il faut toujours prendre soin de choisir une zone turquoise pour ne pas risquer d'abîmer le corail »**JDB-8-02-2009***

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

*« Changer de mouillage, partir pour découvrir la plus belle palette de bleus que la mer peut proposer, s'arrêter sur des plages et des petites îles désertes et plonger parmi les poissons tropicaux de la barrière de corail pendant que l'alizé caresse le ciel des Tropiques…. »**JDB-7-02-2009***

*« Les plages sont sublimes et mettent en valeur la couleur turquoise de l'eau ; la petite profondeur des mouillages permet de se délasser… »**JDB-7-02-2009***

*« L'abri est calme et confortable : une équipe est partie plonger sur la barrière de corail et revient enchantée par la qualité des fonds…demain, nous ferons des images sous-marines » **JDB-24-01-2009***

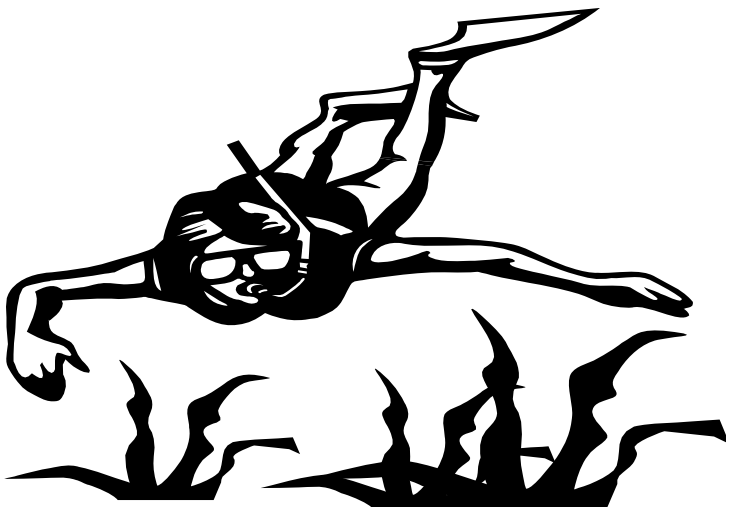
*« Nous entrons dans une baie et trouvons un bon abri derrière une zone où le corail affleure : le reste du récif s'étend à perte de vue, immergé sous 2 à 3 mètres d'eau.....le relief laisse passer le clapot »**JDB-23-01-2009***

*« Les nombreuses îles garantissent des mouillages bien abrités »**JDB-26-01-2009***

*« Derrière le récif, nous retrouvons des eaux plus calmes : nous pouvons nous approcher paisiblement du village » **JDB-27-01-2009***

*« Nous avons été, une fois de plus, obligés de mouiller au large : pas d'îles, pas de corail, pas de vie animale…. »**JDB-24-01-2009***

*« La journée se lève sur l'immensité du récif, qui nous protège. Le soleil dévoile au fur et à mesure les teintes turquoises des bancs de sable blanc : nous nous rapprochons de la barrière de corail »**JDB-18-01-2009***



Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Documents de base

Mojetta Angelo, le grand atlas des mers et des océans, Paris, Flammarion, 2004.

Reyss Daniel, Dans la nuit des abysses, au fond des océans, Paris, Gallimard,2005.

Laubier Lucien, Vingt mille vies sous les mers, Paris, Odile Jacob ,1992, coll.sciences.

Goldsmith Edward,Hilldyard Nicholas, 5000 jours pour sauver la planète,Editions du Chêne,1990.

Daniel Gilpin, mers et océans, les récifs coralliens,Toucan books, Londres, 2006.

OECD, the state and the nature of the environment, 2005.

Ballestra Laurent, Descamps Pierre, planète mers, secrets d'océans, Michel Lafon,2005.

Duplessy Jean-Claude, Morel Pierre, Gros temps sur la planète,Odile Jacob, 2000.

Guy Jacques, Tréguer Paul, Ecosystèmes pélagiques marins, Masson, 1986.

Minster Jean-François, le cycle organique du carbone, revue du Palais de la Découverte, 1992-20

Minster Jean-François, la machine-océan, Paris, Flammarion, 1999, coll.champs

Davies Nicola, les océans et les mers, Paris, Nathan, 2005 (faune et flore)

Dipper Frances, Dorville Christine, au fond des océans, un monde à explorer, Paris, Gallimard jeunesse, 2003.

Durand Jean-Benoît, les mers et les océans, Milan, 2004, les essentiels Junior.

Roux Charles, Plantin Paul-Henry, les animaux des océans et les écosystèmes marins, Paris-Hachette Jeunesse, 2004.

Le Bloas Renée, Robin Pascal, le monde des océans,Toulouse,Milan 2002, collection Grands Horizons.

Ribes-Beaudemoulin Sonia, les animaux des récifs coralliens, Océan Editions, 2008.

Delachaux et Niestlé, les coraux du monde, Lausanne.

J-E-N Veron, les coraux constructeurs des récifs du monde, 3 volumes, Institut australien pour les recherches marines.

Sprung Julian, coraux, guide pratique d'identification, collection océanographie, 2006.

Montaggioni Lucien, coraux et récifs, archives du climat, Vuibert 2007, collection Interactions dirigée par Patrick De Wever, société géologique de France, Muséum national d'histoire naturelle.

Verne Jules, Vingt mille lieux sous les mers, Paris, Gallimard jeunesse, 2005, collection Folio classique.

Fiches cartographiques de la collection « atlas en cartes », collection Atlas Editions, 2007.

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

N°14 d'Ushuaïa magazine, la nature et les hommes, voyage insolite aux Caraïbes, des îles de paradis, janvier 2009.

Google Earth 5-0 (*observation des océans et des barrières coralliennes*)

Rapports de l'ICRS 2008 (*Coral Reef Symposium*), de l'IFRECOR, du CRIOBE-EPHE et du SCOR-BOSTON. *La 11ème édition de la Conférence internationale sur les récifs coralliens s'est déroulée en juillet 2008 à Fort Lauderdale en* ***Floride,*** *escale d'Olivier Pitras le 16 février 2009 (Key West et Old Rhodes Key dans le sud de la baie de Floride) : « ….en entrant dans la baie de Floride, nous savons que nous sommes protégés de la houle et pouvons faire route dans le chenal vers Fort Lauderdale après avoir passé Key West en faisant attention aux paquebots »* ***JDB-Olivier Pitras-14-02-2009****.*

Sitographie

www.coral.org (*Clive Wilkinson, status coral reefs of the world, 2000, Australian Institute for Marine Science)*

www.reseauoceanmondial.org

www.institut-paul-ricard.org

www.ifremer.fr/français

www.citedelamer.com

www.cousteau.org

www.oceano.org

www.oceanopolis.com

www.unesco.org

www.central-america.panda.org

www.ird.fr/fr/actualites/dossiers/coraux

www.reef-guardian.com

www.eyrolles.com/Sciences/coraux

www.wikipedia.org/wiki/coraux

www.futura-sciences.com/comprendre/d/dossier-coraux

www.coraux.univ-reunion.fr

www.crpg.cnrs-nancy.fr/Sonde/coraux

www.linternaute.com/science/biologie/coraux-animaux

www.fossiliraptor.be/coraux

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

www.vieoceane.free.fr/paf/fiche-coraux et www.vdm.com

www.cnrm.meteo.fr

www.cnrs.fr/dossiers/dosclim

Maîtriser les mots-clés

Corail, barrière récifale, éponge, algues symbiotiques, habitat, région tropicale, écosystème corallien, récif frangeant, récif-barrière, mouvement hydrodynamique, ouragan, tempête, houle cyclonique, sédimentation , intérêt écologique, parc marin, frayères, nourriceries,alevinières, activités anthropiques, isothermes, aragonite, calcification, zone lagonaire,polypes, El Nino, chaîne alimentaire, plancton, prédateurs, zooxanthelles, énergie solaire, recyclage minéral, changement climatique, zone corallifère, exploitation commerciale, pollution, décoloration, blanchiment du corail, récifs protecteurs, lagons, atolls, côte protégée, biodiversité,biome, carbone, adaptation, facteurs biotiques, succession écologique, nutriments, pyramide trophique, évaporation, cycle de l'eau, cayes de sable,Gulf Stream.

Niveaux de programme

-collège

SVT et géographie : la vie dans les mers et l'évolution de la faune au cours des temps géologiques, les coraux dans les lagunes au bord des continents, la faune des mers peu profondes et chaudes, les liens entre les variations climatiques et le monde vivant, la reconstitution des climats passés, le réchauffement climatique et la crise biologique marine (*possibilité de travailler sur des thématiques en lien avec le trajet de l'expédition d'Olivier Pitras : exemple/les tortues marines dans le bassin du Yucatan : le suivi scientifique des populations de tortues),* l'influence du milieu sur la reproduction *(la colonisation des affleurements rocheux et la chaîne alimentaire des récifs : « vivre dans un récif »).*

Géographie : l'influence climatique des océans ; les caractéristiques de l'environnement marin tropical ; l'action des cyclones sur la vie marine ; la vie sur les littoraux et l'action des phénomènes météorologiques et des courants marins sur l'évolution dynamique des océans et des climats zonaux ; climat, satellite et changement climatique : étude de cas sur la surveillance des récifs coralliens par satellite ; les biomes tropicaux (*typologie des espaces terrestres et marins*) , les catastrophes naturelles littorales ; la morphologie littorale et sous-marine.

-lycée

Géographie : le risque climatique, écologique et économique : l'exemple du Golfe du Mexique et des Antilles ; l'environnement maritime, un enjeu planétaire ;

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

les mers tropicales : **des milieux paradisiaques mais fragiles** ; l'économie des côtes américaines ; la gestion des réserves marines et la protection des zones vertes aux Etats-Unis ; l'aménagement et la protection des zones côtières, protection et mise en valeur des mers et des littoraux ; les mers, espaces de vie.

La gestion des pêches maritimes côtières dans les pays tropicaux : le potentiel biologique des mers tropicales et son exploitation ; le réchauffement climatique et l'environnement tropical.

Compétences

La thématique de la mission « *Around north America* » sur cette étape, autour de fiches sur l'évolution de la vie marine dans la mer des Caraïbes, permet de faire le point sur les acquis de la recherche sur **l'évolution des coraux récifaux**, **la préservation de la biodiversité des îles tropicales** et le **patrimoine maritime des littoraux** des pays situés **entre la côte panaméenne et la pointe sud de la Floride.**Les travaux réalisés au CDI et sur internet doivent conduire à la réalisation d'un **croquis explicatif détaillé** du « **fonctionnement d'un récif corallien »** et à la conception d'une **carte marine dynamique** du bassin et du détroit du **Yucatan,** un **espace fondamental dans la préservation de la biodiversité mondiale** : les élèves doivent réaliser une **étude marine** complète de ce **milieu tropical** et **évaluer les risques écologiques, économiques et humains** sous **différents angles** (*le littoral et ses risques prennent plus que jamais des visages différents pour les utilisations diverses de ce milieu riche mais fragile)***directement liés au changement climatique et à la remontée océanique, dans cette région située entre les Caraïbes et l'Amérique du nord (marge ouest de la péninsule du Yucatan dont la pointe Catoche marque l'extrémité).**

I) Escales dans la mer des Antilles : des sites paradisiaques

1) Des îles, des plages de sable blanc, des lagons et des coraux récifaux

Olivier Pitras, en quittant le canal de Panama pour entrer dans la **mer des Antilles** navigue à vue entre les îles qui jalonnent le trajet côtier jusqu'à San Blas. Il prend ensuite la direction de Roatan, au Honduras, avec l'appui d'une brise forte et de l'alizé : il pointe sa route directement sur les **îles** et les **récifs** au large et qui constituent de **bons repères de navigation**. Ce sont les brisants et les épaves de navires qui marquent les **seuils** entre la limite du **plateau continental**, qui, entaillé par les tables récifales, resserre le passage entre les **zones de navigation** du large vers la côte, et les **zones d'eaux profondes**.

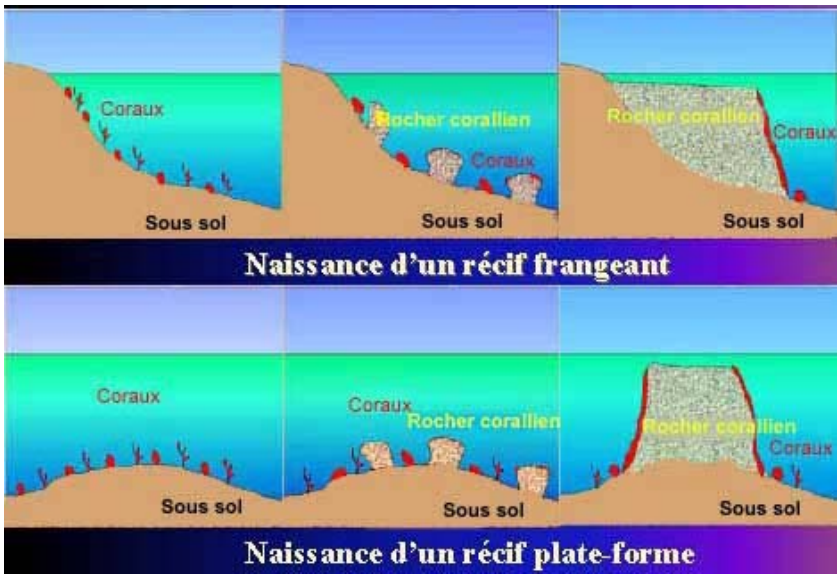
www.krishnagagne.ca/graphiques/antilles/carte_fr.jpg

A 80 kilomètres des côtes du Belize, le Grand Trou Bleu est situé au cœur du petit atoll de Lighthouse Reet : cette faille sous-marine est une ancienne grotte calcaire formée lors de la dernière glaciation. C'est le commandant Cousteau qui l'a fait connaître au grand public.

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

La **barrière corallienne du Belize**, dans l'ouest de la mer des Antilles, se déploie presque **parallèlement aux plages** de ce petit pays, à une distance de quelques kilomètres.

De tels récifs sont dits **frangeants** parce qu'ils **suivent le contour des côtes et s'accrochent au littoral**, bien qu'ils colonisent les **affleurements rocheux** des eaux situées plus au large.



www.com.univ-mrs.fr/IRD/ecorecat/images/coraux

Olivier Pitras navigue ainsi le long des côtes de Panama, Costa Rica, Nicaragua et poursuit sa remontée vers Belize et la **péninsule mexicaine du Yucatan**(*pointe Catoche et île de Cozumel*) : si la navigation ne pose pas de problème au large, le skipper dit qu'il faut de meilleures conditions pour pénétrer plus en avant dans le récif corallien.Il trouve des mouillages sauvages dans des zones où le corail affleure, dans les baies abritées des îles qui bordent la côte est du Honduras mais le déplacement dans les récifs est plus difficile que prévu parce que les sondes ne sont pas toujours conformes aux données des **cartes marines** (*cf JDB*).

Le Southern Star traverse ainsi le reste du **plateau continental** qui borde la côte est du Honduras jusqu'à 350 kilomètres au large vers l'est et le bassin sud de la Floride, où l'influence du Gulf Stream et des eaux froides descendant la côte est des Etats-Unis commencent à se faire sentir…

Dans cette zone, **en bordure des côtes de la péninsule du Yucatan**, ce sont les **teintes des chenaux** au fond sableux qui lui indiquent les passages étroits dans les **tables coralliennes**. La profondeur moyenne oscille entre 15 et 20 mètres et il faut rester très prudent pour ne pas accrocher l'étrave et ne pas abîmer le corail.

La route se resserre au niveau des passages en **eau cristalline peu profonde,** qui permettent au Southern Star de dégager l'île de **Roatan** par l'est par la voie **entre les récifs** des **îles Barbareta et Guanaja**. La navigation dans les récifs n'est pas aisée et il faut également faire attention à ne pas monter sur les **seuils de sable** qui tracent la route dans les zones turquoises : les **récifs frangeants** bordent les terres émergées et sont généralement très étroits et uniquement séparés de la côte par des **petits chenaux** peu profonds : on en trouve aussi dans les **îles** en arrière des **récifs-barrières**.

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Olivier explique très bien que c'est la **profondeur** qui affecte la couleur : il cite le **bleu paradisiaque** de la mer des Antilles à plusieurs reprises et dit que la différence d'absorption,selon la longueur d'onde, implique que sa couleur change, notamment dans les **zones côtières peu profondes**, **limpides et bien éclairées** en bordure occidentale de la mer des Antilles.

Les eaux paraissent souvent « turquoises » parce que la **lumière réfléchit** les fonds sableux alors qu'au large, **les eaux marines absorbent** davantage le vert et la mer est d'un bleu plus foncé et plus franc.

Coraux du Belize dans la mer des Caraïbes

On peut aussi estimer la **profondeur du fond sableux** à la couleur de l'eau, ce qui permet de tracer la route plus facilement sans prendre de risques : moins de 10 mètres si la mer est turquoise ou émeraude, plus si la mer est bleue (*l'étude toponymique à partir d'une carte régionale renseignée peut-être intéressante / partir de l'exemple des Bahamas, nom que donnaient les anciens marins à cette région : baja mar, ou « mer peu profonde »ou « îles de la mer basse » depuis leur découverte par Christophe Colomb en 1492….).*

Les **eaux claires** de cette mer tropicale sont caractéristiques des mers tropicales chaudes, **pauvres en nutriments** : du fait de la **faible concentration en plancton**, il est possible de voir le fond depuis la surface et d'admirer la **richesse des récifs coralliens des îles**. Olivier Pitras dit que les brisants et la houle permettent de fixer des **repères** (*les eaux turquoise se ourlent par temps calme de blanc lorsque le vent se lève et la barrière de corail est une protection contre la formation des vagues et délimite l'extension du plancher océanique).*

L'équipe effectue des plongées à la dérive, en vue de réaliser un **documentaire océanographique** sur la vie des récifs colorés, qui se découpent sur les fonds de sable blanc et s'étendent à perte de vue dans une **mer poissonneuse** où se côtoient *mérous, murènes, bancs de poissons, barracudas, tortues, poissons anges, raies et méduses,crevettes, poulpes, crabes, langoustes,tortues et dauphins :Olivier Pitras croise souvent leur route ; l'île de Roatan est aussi connue pour son centre de recherches marines et d'études sur les dauphins.*

Un quart de la vie aquatique est, dans cette région,liée au corail et aux récifs.

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

C'est d'ailleurs dans cette **zone récifale** et plus précisément sur **l'île de Cozumel** qu'Olivier Pitras réalise le plus beau reportage, comme l'a fait avant lui **Jacques-Yves Cousteau** en 1954 et 1961, quand il explore le récif et fait connaître au monde entier les fonds sous-marins de la plus grande île mexicaine , baignée par la mer des Caraïbes, à 20 kilomètres du continent (*et de la Playa del Carmen, l'un des endroits les plus magnifiques de la* ***côte est*** *du pays).*Dans cette zone, les principaux récifs s'étendent sur près de 40 kilomètres et proposent une **centaine de sites** qui attirent les plongeurs du monde entier.

L'île dispose même d'un **parc écologique**, « Chankannab », **éco-parc botanique et touristique** pour la **préservation des espèces tropicales** (*tortues de mer-iguanes*…) et du **lagon**.

Carte : **site et situation de la presqu'île du Yucatan**: les récifs coralliens les plus vastes du monde après ceux de la Grande Barrière de corail en Australie (*Atlas en cartes, Editions Atlas, 2007/ l'ile de Cozumel et la pointe Catoche ont été repérées par des pastilles noires sur la remontée vers le détroit du Yucatan vers l'est).*

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

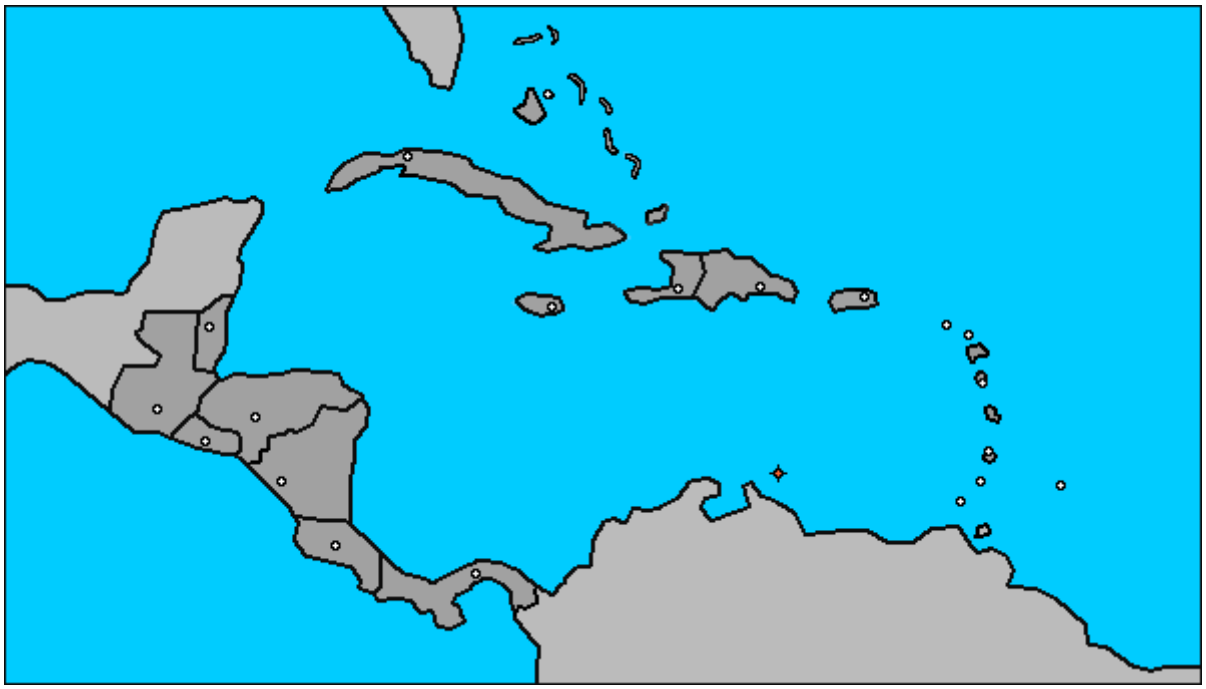
Olivier Pitras nous fait découvrir à sa manière les **splendides formations de corail et les îles sauvages** qui jalonnent son trajet le long de la **côte est du Belize et du Mexique**.

Il dit qu'il faut **préserver et protéger** la vie autour des **récifs** et des **îles** et surveiller leur **évolution**, qui présente un **grand intérêt pour l'étude du changement climatique dans les conditions du réchauffement global. Les réserves du récif de la barrière du Belize comprennent le plus grand récif-barrière de l'hémisphère nord ainsi que des atolls bordiers, des cayes de sable, des forêts, des lagons côtiers et des estuaires.**

www.italiq-expos.com

Exercice

www.luventicus.org/mapas/americacentral



Le travail cartographique peut être réalisé sur **tableau numérique** à partir de la **lecture d'extraits** du **carnet de bord** d'Olivier Pitras, du tracé du trajet **repéré sur la carte active (www.69nord.com)** et des **coordonnées géographiques** du positionnement du bateau sur la remontée de la côte est de l'Amérique centrale.Les élèves doivent **reporter chaque information** et les traduire par des **figurés de surface** pour indiquer les **particularités de cette région** : la carte de synthèse doit **faciliter l'identification** et la **spatialisation des informations** (*les récifs coralliens, les atolls et les îles, les limites de navigation et les voies de passage, les sites remarquables, le bassin et le détroit du Yucatan*).

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Sur la **carte agrandie**, placer :

-**les pays** représentés en coloriant en rouge ceux qui font partie de **l'espace nord-américain**, en jaune ceux de **l'espace méso-américain** et en marron ceux de **l'espace Caraïbes**.

Continents et mers visibles sur la carte	
Pays représentés	
Pays et régions frontaliers	
Superficie continentale	
Superficie de la mer des Antilles	

-**le tropique du Cancer** (*indiquer le jour et la position en latitude de son franchissement par Olivier Pitras) ;*

-**le tracé du courant du Gulf Stream** dans la partie occidentale de la **mer des Antilles**, **le Golfe et le détroit de Floride ;**

-la **presqu'île du Yucatan** et la **pointe Catoche** ;

-le **bassin** et le **détroit du Yucatan** ;

-la **limite du plateau continental** et les **zones de coraux récifaux** (*placer les sites remarquables*) ;

-les **baies principales** en bordure de la **mer des Caraïbes**, les **lagons**, les **marais salants**, les zones de **marécages** et de **mangroves** ;

-les **réserves naturelles et marines** *(côtes du Belize et du Mexique avec notamment les sanctuaires de baleines et de tortues de Xcacel, de Tulum et les 3 réserves marines du golfe du Honduras).*

2) Atouts et contraintes du milieu naturel : une région à risques

Quelles informations la carte et les données du navigateur apportent-elles sur les zones de coraux récifaux de la côte ouest de l'Amérique centrale ? Quel est le facteur naturel qui semble expliquer leur présence à cet endroit ?

Quels sont les détails les plus significatifs des paysage naturels de la mer des Caraïbes (éléments permanents) ?

Donnez les caractéristiques de la mer, des reliefs côtiers et sous-marins et de la végétation dominante des îles.

En quoi le réchauffement climatique illustre t-il les problèmes de conservation et de protection des récifs de corail et des activités humaines sur la côte orientale de la mer des Caraïbes ? Quelles sont les marques qui traduisent une évolution récente de ces paysages ?

Quelles sont les agressions subies par ce paysage dans le cadre du réchauffement climatique ? des activités liées à la pêche commerciale et au tourisme ?

Quels sont les atouts et les contraintes de ce milieu naturel ?

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Pourquoi les zones récifales et côtières sont-elles particulièrement menacées par la remontée océanique et les ouragans ?

Quelles sont les activités qui risquent le plus d'être affectées par la remontée océanique ?

Quelle problématique intéresse le plus Olivier Pitras ? (thème retenu et traité dans le plan)

Quelle logique de progression choisit-il pour rejoindre la baie de Floride ?

Les informations d'Olivier Pitras confirment-elles celles des scientifiques ? Quels renseignements complémentaires apporte t-il ? Relever les données qui témoignent des efforts de protection et de conservation de la biodiversité naturelle et marine sur la côte ouest de la mer des Caraïbes.

Quelles sont les réalités et les limites de la conservation de la biodiversité dans cette région ? Où sont situés les principales réserves marines?

Données géographiques extraites du carnet de voyage d'Olivier Pitras (*étapes 15 et 16 entre Colon et Key West*) à placer sur la carte de repérage.

Villes et sites	***Zones de coraux récifaux***	***Iles et îlets***	***Vocabulaire***
Colon *Port de Cristobal* *Roatan* *Key West* *Miami* *Pointe Catoche* *Détroit du Yucatan* *Golfe du Mexique* *Golfe Guanahacabiles* *Dry Tortugas* *Baie de Floride* *Détroit de Floride* *Fort Lauderdale*	*Cayos de Albuquerque* *Recif Alagardo* *Recif Edinburgh* *Recif Savannah* *Arrecife de la Media Luna* *Recif de Cabo Falso* *Cayos Vinorillo* *Coral Ledge* *Cayo Norte* *Côtes du Belize*	*San Andres* *Ile de la Providence* *Banc Quitagueno* *Big Cay* *Ile Guanaja* *Pointe Coxina* *Ile de Cozumel* *Ile Barbarela* *Archipel du sud de la baie de Floride*	*Mouillage* *Appareillage* *Abri* *Etrave* *Plateau continental* *Corail* *Récif* *Passage* *Chenal* *Flux de l'alizé* *Zone turquoise* *Hauts fonds* *Courants* *Gulf Stream*

Synthèse

Les élèves doivent rédiger un **petit résumé** pour caractériser les paysages de la zone tropicale ouest de la **mer des Caraïbes** et les **aléas climatiques** liés à la présence de **mers chaudes** et du **Gulf Stream** à proximité des côtes (alizé, *air chaud et humide, zone des ouragans tropicaux de l'Atlantique, nortes, saison des pluies et des tempêtes….).*

Ils doivent dégager les informations contenues dans la carte qui permet **l'étude spatiale de ces phénomènes** et qui traduisent des **contrastes régionaux** :

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

-repérer les ensembles spatiaux homogènes ;

-préciser pour chacun d'eux leur extension, leur localisation et leurs caractères ;

Ils peuvent utiliser d'autres documents complémentaires (*recherches sur internet et au CDI)* pour affiner leur **analyse** .Ils doivent repérer les liens logiques utilisés pour développer **l'idée directrice** du paragraphe : **des îles de paradis et de formidables réserves de biodiversité menacées par la remontée océanique et les cyclones.**

II) Une biodiversité menacée mais protégée

1) Des écosystèmes riches et productifs

La mission d'Olivier Pitras est de mieux comprendre les coraux et leur environnement, des côtes du Panama à la pointe nord de la péninsule du Yucatan, les conséquences du changement climatique, des ouragans, de l'érosion marine et de l'activité humaine sur l'évolution du récif méso-américain.

Le navigateur traverse les écosystèmes marins tropicaux **les plus complexes et les plus productifs de la planète**, dans lesquels vivent plus de **60 espèces différentes** de coraux et **610 espèces de poissons coralliens**. Plus d'1/4 de la totalité des espèces marines vit dans la mer des Caraïbes ! La barrière de corail est soumise à un **climat tropical, chaud et humide** avec une saison pluvieuse entre novembre et mai.

La région est également l'habitat des lamantins, des tortues marines (*Xcacel*), des populations de homards et de conques, des dauphins, des requins-baleines et de nombreux mollusques : ils vivent dans le récif méso-américain, qui s'étend **sur plus de 700 kilomètres** entre le nord de la péninsule du Yucatan et les îles Bay, au large du Honduras.

Les récifs coralliens abritent la première source de protéines d'une part importante de la ressource côtière (www.unesco.org) : un seul rocher sain peut en effet fournir chaque année plus de 15 tonnes de fruits de mer et de poissons par km2 (*de quoi nourrir 2500 personnes*) !

Le corail est également la seule **source de revenus, d'emplois et de devises fortes** (*soit environ 45% des revenus des habitants de la côte et 50% des emplois).La dégradation de la barrière de corail pourrait donc avoir de graves conséquences sur la vie de milliers de personnes dans le bassin du Yucatan et de l'ouest des Caraïbes. Il faut donc protéger les récifs les plus vulnérables, comme c'est déjà le cas dans certaines îles du Pacifique, aux Philippines et en Australie (Queensland).*

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Olivier Pitras dit que les coraux sont d'excellents **marqueurs de l'histoire et du réchauffement climatiques** : l'étude des récifs permet en effet de reconstituer le climat à différentes périodes et sur de longues séquences (*on utilise pour cela des méthodes biométriques ou radiométriques*).

Le navigateur souligne les **effets du réchauffement des eaux tropicales** *(liés aux anomalies du phénomène El Nino en 1983, 1984, 1997, 1998,2002 et 2003*)sur la **croissance des coraux de la mer** des Caraïbes (*blanchiment des affleurements rocheux, des récifs-barrières et des récifs accrochés au littoral*)et des **activités anthropiques** (*pêche, économie touristique et pollution*) **sur la dégradation de certains sites côtiers et en bordure du récif.**Il faut donc **renforcer les zones protégées**, créer d'autres réserves marines pour limiter les dégradations liées à **l'exploitation économique des coraux** et **gérer les lieux de pêche** pour **préserver la faune**, **la flore et les habitats-clés de la région**, notamment **entre le Golfe du Honduras** et **l'île de Cozumel**.

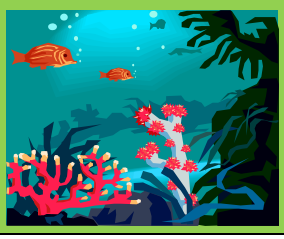
On peut utiliser un **texte d'appui** pour illustrer la problématique, écrit par Sylvia Marin « *sens politique et patience au secours d'un récif corallien* »-Londres-Octobre 2001-WWF Centroamérica-Costa Rica et montrer l'intérêt de créer des **écorégions marines** et des **réserves de biosphère** pour **protéger des phénomènes naturels** (*ouragans et submersion marine*) et des activités humaines(*pêche illégale ou commerciale et pollution générée par le passage des grands paquebots de croisière et des pétroliers qui croisent au large).*

Les zones coralliennes sont de plus en plus fragilisées et les campagnes environnementales destinées aux visiteurs et aux tours opérateurs doivent maintenant permettre de réduire les nuisances et les dégradations pour la sauvegarde des coraux et des écosystèmes côtiers.

Comme sur la côte alaskienne et Pacifique, Olivier Pitras reste persuadé que la protection de l'environnement peut permettre **d'accroître les bénéfices des activités traditionnelles et commerciales** et que des relations entre les autorités locales et les gouvernements doivent aider et jouer en faveur des populations qui **vivent essentiellement des ressources de la mer**.Il prend **l'exemple du Belize**, dont les écosystèmes, du temps du Honduras britannique étaient peu protégés : par la conclusion d'un accord en 1981, du National Park System Act et du Wildlife Protection Act, de nombreuses actions ont permis la **création de réserves naturelles, archéologiques, forestières et** marines. Les **parcs marins** sont régis par des **règles de conservation strictes** dont **l'impact positif est considérable. D'autres accords entre pays côtiers de l'Amérique centrale ont été signés à Tulum (Mexique) en 2007.**

2) Des parcs pour la préservation des équilibres écologiques sous-marins et de la biodiversité marine

Une étude de cas peut être réalisée sur les parcs marins du Belize et du Mexique, à l'ouest de la mer des Caraïbes (*cf carte du Belize / exemple de la réserve de Sapodilla Cayes*)



Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Les élèves doivent repérer les réserves marines par rapport aux récifs de coraux et au littoral :

-réserve marine de Sapodilla Cayes

-réserve marine de Gladden Spit et de Silk Cayes

-réserve marine de Glovers Reef

-North Cay et Northern Cay

-Caye Deer

-île de Chachahuete

-Cayos Coches, déclarée patrimoine de l'Humanité par l'UNESCO

Carte du Belize et des réserves marines côtières (Atlas en cartes-Editions Atlas-2007)

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Les élèves doivent réaliser une fiche-inventaire de la flore et de la faune des réserves marines et rechercher les mécanismes qui conditionnent l'évolution ou le recul de la biodiversité des récifs coralliens et des îles.

Les écosystèmes sont d'une importance majeure en région tropicale : les mouvements hydrodynamiques et les réseaux trophiques font que les espèces ont des relations plus étroites entre elles.

La faune est donc très riche et très diversifiée parmi laquelle certains animaux ont développé des relations spécifiques avec d'autres espèces.

Cette partie peut être travaillée avec le professeur de SVT pour une réalisation de chaîne alimentaire marine des mers tropicales.

Bien insister sur le fait que les récifs et les écosystèmes associés constituent des sites d'importance majeure pour de nombreuses espèces rares et menacées, comme les tortues marines (nurseries, alevinières…).

Les élèves doivent également préciser les problèmes socio-économiques liées au réchauffement des eaux tropicales et au développement des activités sur la frange littorale, et les actions entreprises par les différents acteurs de projets concernant la protection des zones les plus fragiles (*réserves de biodiversité dans lesquelles il est strictement interdit de ramasser les coraux, de pratiquer la chasse sous-marine au harpon et la pêche commerciale).*

Ils doivent produire un dossier complet à partir du ***choix d'une réserve marine*** *située sur la carte et* ***renseigner la fiche d'étude*** *:*

Le parc marin de……au Belize : une alternative écologique pour préserver l'environnement et l'intégrité économique de la mer des Caraïbes.

Données essentielles	***Informations***	***Vocabulaire (à utiliser dans la synthèse rédigée)***
Superficie de la réserve marine		
Site et situation *Zone de protection stricte*		
Eléments caractéristiques de l'environnement marin et sous-marin		
Ecosystèmes distincts		
Habitats et espèces		
Espèces protégées		
Système marin		
Intégration écologique		
Aménagement du parc marin		
Encadrement législatif *Lois sur la réserve marine*		
Mesures de prévention intégrale		
Mesures de protection spécifique		
Mesures d'utilisation générale		
Aire de coordination		

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Gestion de la réserve		
Gestion intégrée de la côte		
Gestion des activités conflictuelles		
Aménagement des ressources et des activités côtières		
Actions de contact avec le milieu marin		
Conservation de l'aire protégée		
Recherche scientifique et océanographique		
Perturbation de l'environnement		
Mesures en faveur de l'écotourisme et de la préservation de la biodiversité		
Sites d'observation		
Thématiques		

*Conclusion : la **réserve marine** de……à proximité de la côte orientale du Belize constitue un **milieu écologique unique** : dans cette **aire protégée**, les **récifs coralliens** sont en bonne santé et **maintiennent les équilibres trophiques** qui permettent aux **refuges de biodiversité** de survivre.*

Nombre de kilomètres de côtes sur la façade est de la mer des Caraïbes :

Nombre de réserves marines :

Questions/Synthèse

Au nom de quelles valeurs la coopération entre les Etats côtiers d'Amérique centrale se développe t-elle ? Comment leurs actions se complètent-elles sur le terrain pour la préservation de l'environnement côtier et de la biodiversité marine ?

Quelles sont les réserves marines et de biosphère en projet ?

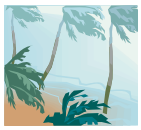
Quelles difficultés les associations de protection de l'environnement marin rencontrent-elles face aux enjeux du développement économique et touristique ?

Quels moyens peut-on combiner pour assurer la croissance économique et la protection des coraux dans ces régions pauvres qui ont besoin du tourisme et des activités de loisirs pour survivre?

Pourquoi la création de ces parcs marins le long de la côte est des pays d'Amérique centrale est-elle un symbole de la coopération régionale pour un développement durable ?

Quelles sont les projets actuels qui permettent de favoriser l'évolution naturelle côtière et assurent le développement côtier et la protection des terres agricoles ?

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras



3) La menace du réchauffement climatique et les effets des cyclones

L'occurrence et la violence des cyclones dans le **bassin de Floride** et la **mer des Antilles** sont la conséquence de **changements climatiques majeurs**.

60 | UNE PLANÈTE AGITÉE

DES OURAGANS MÉMORABLES

Le cyclone Mitch

«J'ai vu des tremblements de terre, des sécheresses, deux guerres, des cyclones et des raz-de-marée. Mais ça, sans aucun doute, c'est la pire chose que j'aie jamais vue.»

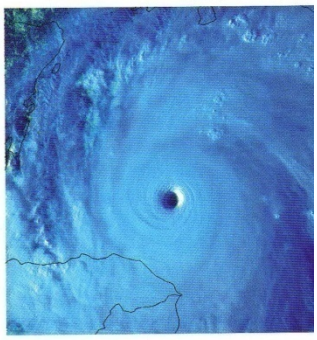
Miguel Obando y Bravo, cardinal de Managua, Nicaragua, évoquant les terribles dégâts occasionnés par le cyclone Mitch.

LA TEMPÊTE

Le 28 octobre 1998, pratiquement sans aucun signe précurseur, le cyclone le plus destructeur depuis deux siècles s'abattait sur le Honduras, le Nicaragua, le Salvador et le Guatemala, pays les plus pauvres de l'Amérique centrale. Des vents soufflant

LA TRAJECTOIRE DU CYCLONE MITCH

À gauche *Les prévisions concernant la trajectoire de Mitch se révélèrent fausses : le cyclone vira vers l'ouest pour atteindre l'Amérique centrale, au lieu de continuer vers le nord, comme cela avait été annoncé.*



26 octobre 1998, 21 h 45

Mark Maslin, état d'urgence, le ciel en colère, Solar,2003-IRD-CNRS, page 60 + www.cnrs.fr/dossiers/dosclim

On peut souligner à cet effet **l'impact des ouragans** et des **orages (*nortes*)** sur la **dégradation des récifs**, qui ont, par exemple perdu **17% de leur superficie** en 1998, à la suite du passage de « **Mitch »**. Si les récifs venaient à disparaître, les fonds seraient aussitôt envahis par les **algues** et les **vagues** détruiraient les **plaines littorales** lors du passage des cyclones les plus dévastateurs.

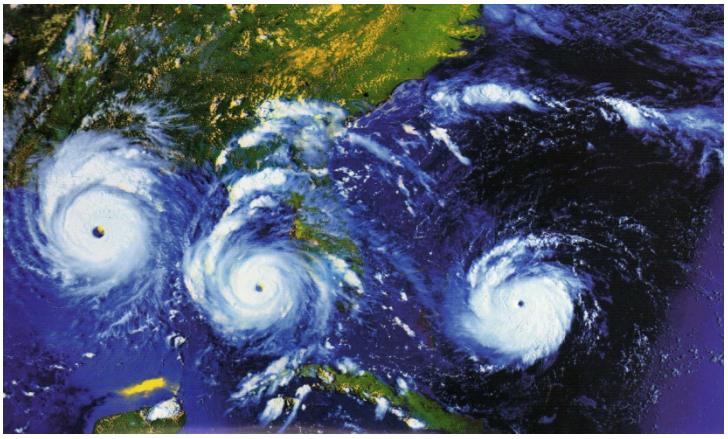
Les algues et les herbes marines des Caraïbes profitent en effet de la mort des coraux et s'épanouissent sur les récifs morts ou moribonds : elles peuvent ainsi envahir et étouffer les coraux

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

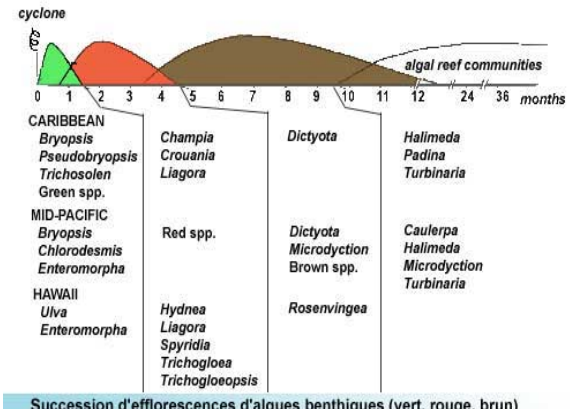
*émergents. De plus, les poissons, qui, dans ces zones se nourrissent de ces algues, sont surexploités et la réduction de leur population permet à celles-ci de pousser en grande densité dans les fonds marins, empêchant les coraux de recoloniser les espaces….**La disparition des récifs de coraux et la surpêche menacent les équilibres écologiques sous-marins et côtiers.***

Les **ouragans** du Golfe du Mexique et des Antilles sont reconnus comme l'un des **facteurs majeurs de l'évolution géomorphologique des récifs et des îles coralliens**, formées par les débris arrachés pendant les fortes tempêtes tropicales *(« cycloniques »).*Outre **l'impact de destruction** dû à la force de la houle, les ouragans les plus dévastateurs ont un effet indirect en raison de l'ampleur des transports solides des rivières, qui se déversent dans la mer et induisent une plus forte **sédimentation** *(+pollution*) en **zone lagonaire** (*ce qui provoque souvent une asphyxie des eaux ou **eutrophisation** et la colonisation des récifs par les algues brunes et les herbes).*Les effets sont souvent plus marqués en **aval des bassins-versants** touchés par les **activités humaines**.

Sur cette photographie prise par la NASA, on voit nettement la **trajectoire d'un cyclone** (*Andrew*) au-dessus de la **Floride, du détroit de Yucatan, de la presqu'île et du golfe mexicains**. On aurait pu observer le même phénomène dans le **bassin du Yucatan plus au sud** (*les élèves peuvent d'ailleurs rechercher des images satellitaires de ces phénomènes pour illustrer leur thématique, dans la partie ouest de la mer des Antilles).*



Les processus de **reconstitution des récifs coralliens** sont longs après un cyclone (www.com.univ-mrs.fr)



Succession d'efflorescences d'algues benthiques (vert, rouge, brun) sur des récifs coralliens après des perturbations dues à un cyclone / *Succession of benthic algal blooms (green, red, brown) on coral reefs after cyclone-induced damage.*

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Le passage d'un cyclone **modifie le fonctionnement biologique des récifs coralliens** mais peut **stimuler leur croissance** en diversifiant les communautés.

Cependant, en cas **d'ouragans répétés**, on note une **prééminence du processus d'érosion sur celui de construction (récifs aplatis)** et qui **interrompt la croissance des coraux** : les **processus écologiques sont entamés** et les perturbations liées à la **bioérosion marine** ne permettent plus de recomposer les habitats (*on remarque un appauvrissement des communautés de poissons, en nombre et en diversité et la disparition des principaux refuges).*

Les impacts sont donc très marqués pour les **activités liées à la pêche** et **la conservation du patrimoine marin (réserves naturelles et marines).**

Si la température de l'eau de la mer des Caraïbes continue à se réchauffer et dépasse les 30 degrés et le niveau océanique monte trop rapidement, le **taux de calcification** sera aussi insuffisant pour que les récifs compensent cette élévation et le corail se dégradera et mourra. L'accroissement de la température de surface, déjà constaté par de **récentes études océanographiques américaines**, pourrait conduire à un **déplacement des isothermes** généralement associés à la distribution des récifs coralliens dans le bassin du Yucatan et sur les rivages des pays d'Amérique centrale, et à de **fortes dégradations locales et régionales** (récifs frangeants du *golfe du Honduras ,des côtes du Costa Rica et du Guatemala*), en relation avec les **épicentres de températures élevées** de l'eau de mer. Le réchauffement des eaux de surface causé par El Nino peut provoquer,comme en 1998 et en 2002 la **décoloration ou même la mort des coraux ; dans certaines zones de la mer des Antilles, 70 % des coraux ont ainsi disparu en une saison !...**

Les travaux du **SCOR de Boston et du GIEC** mettent également en avant l'évolution des phénomènes atmosphériques et l'élévation du taux de CO2 qui entraîne une réduction du % de saturation en aragonite dans les couches superficielles de la **mer caribéenne**, ce qui pourrait réduire à terme le taux de calcification par les coraux et constituer une **menace sérieuse pour le fonctionnement des écosystèmes coralliens** de la **zone** (*la diminution du rythme de calcification des coraux en phase de formation des récifs aboutit à des squelettes affaiblis, une croissance ralentie et une plus grande vulnérabilité à l'érosion et aux maladies*).L'expansion thermique dans cette zone présente donc des tendances préoccupantes. En longeant cette côte est, Olivier Pitras dit que les conséquences sont plus marquées en bordure des récifs.

Les **changements thermodynamiques et hydrodynamiques** affectent de plus en plus la vie des récifs coralliens et le réchauffement des eaux de surface est une menace pour la pérennité des équilibres naturels de la zone tropicale des Caraïbes, la **préservation de la diversité du monde vivant et de l'environnement côtier.**

Pour Olivier Pitras, ces régions constituent désormais, comme les régions polaires, un des éléments-clés du **stress climatique** qui frappe les **écosystèmes marins** : avec le réchauffement et l'aggravation des niveaux de cyclones, la grande vidange de la vie marine pourrait s'amplifier dans les prochaines décennies dans la mer des Caraïbes et dans le Golfe du Mexique et décimer les espèces les plus fragiles qui vivent dans les récifs de corail et **en ont besoin pour s'abriter, se reproduire et se nourrir**.Depuis 1976, on observe une modification climatique sensible climatique dans la partie occidentale de la mer des Caraïbes et du golfe de Floride se traduisant par une plus grande fréquence des épisodes cycloniques liés à une **augmentation des températures de la mer** : celle-ci pourrait

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

modifier de façon permanente les **tendances régionales** et amener des **changements dans les cycles saisonniers**.

Ateliers scientifiques : rédaction de fiches de **relevés des températures des eaux des courants de surface** pour étudier **l'évolution thermodynamique** de la mer des Caraïbes , réalisation d' une **carte de trajectoires des ouragans** et **cartographie de l'évolution** des **zones de coraux** à l'ouest de la mer des Antilles (*images satellitaires ENVISAT-MERIS-CSIRO-AATSR pour déterminer l'état sanitaire des récifs et améliorer la gestion des écosystèmes côtiers)/www. //fr.mongabay.com/esa .*

Exposés complémentaires*:*

*-Le **Costa Rica**, un exemple en matière de protection de l'environnement (le système national de conservation, les parcs et les réserves naturelles représentent ¼ du territoire, soit une proportion de zones protégées **unique au monde**) ;*

*-**L'archipel Los Roques**, au large des **côtes vénézueliennes** : un **écosystème unique** dans la barrière de corail, **la plus vaste réserve marine des Caraïbes**.*

*-Compte-rendu de **l'exposition « Terre de corail »** organisée du 25-11-2008 au 19-04-2009 par la Maison de la Nouvelle-Calédonie à **Paris**, sous l'égide du Gouvernement et des trois provinces de la Nouvelle-Calédonie et par la réunion des musées nationaux et **l'aquarium de la Porte Dorée** : lagons et récifs coralliens inscrits au patrimoine de l'UNESCO depuis le 7 juillet 2008 , aspects coutumiers, culturels, scientifiques, économiques et touristiques, enjeux de société, patrimoine naturel, lutte contre le réchauffement climatique, espèces endémiques de flore et de faune et espèces marines (20000)…….C'est la première exposition qui affiche son propre bilan carbone.*

*Terre de partage présente les actions menées par les institutions et la population calédonienne pour demander **l'inscription de 15000 km2 de zones récifales au patrimoine mondial**.*

*-Compte-rendu des derniers travaux menés par **Bernard Salvat** professeur à l'Université de Perpignan sur **l'état de santé des récifs coralliens et les pressions naturelles et anthropiques (diffusion d'un reportage sur TF1 le dimanche 22 février 2009).***

Protéger les récifs et la biodiversité est donc bien une question de vie ou de mort…il faut donc préserver l'état écologique des eaux marines et fluviales (*qui se déversent dans l'océan*), l'évolution des courants océaniques et d'ENSO, et les processus naturels qui permettent la conservation et le développement des coraux récifaux et des îles, véritables réserves de biodiversité et ressources génétiques inexploitées ; les récifs de corail constituent une **ressource économique importante pour la pêche , le tourisme et les loisirs** sur la côte est de l'Amérique centrale et sont menacés par le réchauffement global. On estime à des centaines de milliards de dollars par an le coût correspondant à leur disparition…..

Tout ceci donne évidemment à réfléchir !

Pour cela, Olivier Pitras dit qu'il faut davantage **intégrer les réserves marines au développement régional** et favoriser une plus grande **participation des collectivités et des populations locales** pour diriger **l'expérience touristique** vers des éléments caractéristiques de la **préservation des sites et de l'environnement côtier**.Il faut donc trouver des **solutions d'adaptation** pour concilier les intérêts et trouver de nouveaux équilibres entre **protection et développement, vers une économie durable tout en favorisant l'évolution naturelle et les besoins des populations locales**

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Le développement des parcs marins sur les sites récifaux implique une extension des zones interdites à la pêche et à la navigation et l'agriculture des régions côtières génère des déchets qui polluent les eaux et nuisent à la santé des coraux (*bananeraies, cultures de canne à sucre,noix de coco et café +ruissellements agricoles, inondations côtières*….). La plupart des agences de tourisme sont autorisées à opérer dans les parcs marins à certaines conditions et l'industrie de la pêche continue de générer des millions de dollars de bénéfices (*poissons et crustacés*).

L'industrie du tourisme, activité majeure de la région au Belize, au Mexique, au Nicaragua, au Honduras et à Cuba **dépend aussi fortement de la beauté des sites et de la bonne santé de la vie marine** : des actions concentrées de **conservation du patrimoine maritime** et un effort mondial pour **lutter contre les effets du changement climatique** induit par l'homme, sont nécessaires pour préserver ce **moteur vital pour l'avenir de ces régions littorales. Des estimations d'impact ont été réalisées sur certains secteurs socio-économiques et les pleines conséquences d'une dégradation du milieu marin sont compliquées à appréhender, car ce qui touche un secteur d'activité peut avoir des répercussions sur d'autres.**

Départ d'un ferry « transCaraïbes » à Cozumel (Mexique)

www.peche-yucatan.com/yucatan

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras