

Les fragments de coraux brisés sont accrochés sur les structures métalliques à l'aide de colliers en plastique. Le dépôt calcaire obtenu par "accrétion", sous l'effet d'un courant électrique, achèvera de les fixer solidement à ces structures.



DES RÉCIFS sous tension

Les récifs coralliens sont menacés de disparition quasiment partout dans le monde, c'est un fait. Pour tenter de restaurer localement certains récifs endommagés, une idée surprenante a surgi avec la méthode BiorockD: envoyer du courant électrique aux coraux !

TEXTE ET PHOTOS FLORENT CADÉ

destination Bali en Indonésie. Plus précisément, la petite baie de Pemuteran au Nord Ouest de l'île. À quelques mètres du rivage, un sentier sous-marin est matérialisé par des bouées en surface. Les promeneurs aquatiques évoluent au-dessus d'un paysage très particulier, formé de structures métalliques aux formes variées, recouvertes de coraux. Par endroits, le sable est jonché de câbles, et chose étrange, des bulles semblent s'échapper des structures... Est-ce le corail qui respire ? Pas de panique, vous êtes tout simplement dans un champ de récifs Biorock.

Une alternative au béton

Biorock – littéralement, "roche biologique" – est le nom du procédé mis au point par l'architecte et scientifique Wolf Hilbertz, il y a plus de 30 ans, pour trouver un matériau alternatif au béton employé dans les ouvrages sous-marins. Il consiste à reproduire, de manière accélérée, le phénomène naturel de

Repères

❖ Mis en œuvre par les autochtones

Avec une quarantaine de structures sur une superficie d'environ 2,5 hectares, Pemuteran est le plus grand projet Biorock dans le monde. Dès le début, la communauté locale a été impliquée et aujourd'hui, les locaux sont devenus de vrais acteurs de cette protection.

❖ Haut-lieu de la plongée

À quelques kilomètres de Pemuteran commence le Parc national de Bali Ouest qui comprend la petite île de Menjangan. Des tombants magnifiques avec une grande variété d'éponges et de gorgones, des requins de récif qui croisent à proximité, des bancs de perroquets à bosse, et les fameux hippocampes pygmées. Hors de l'eau, la vue sur les volcans de Java est saisissante. À ne pas manquer !

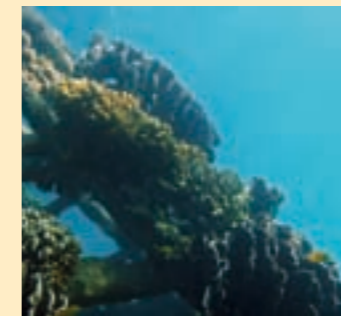


Les architectures métalliques, très diverses, sont mises sous tension. En une à deux semaines, le calcaire, qui concrétionne autour de la barre en fer de la structure, aura "capturé" le corail.

La technologie Biorock

❖ L'accrétion minérale : comment ça marche ?

Un générateur basse tension (12 volts) alimente deux électrodes situées sous l'eau. La structure métallique sur laquelle sont fixés les coraux constitue la cathode, et l'anode consiste en une grille métallique posée sur le sable à proximité de la structure. Un champ électrique se crée entre les électrodes, et les minéraux dissous présents dans l'eau de mer (sous forme ionique) migrent vers les électrodes. La cathode attire les cations, c'est-à-dire les ions chargés positivement (ions sodium, calcium, magnésium, etc.). Les diverses réactions chimiques générées par l'électrolyse conduisent à la précipitation et au dépôt des minéraux sous forme solide sur la cathode : le calcaire se forme et s'accumule rapidement.



On peut observer ici des petites bulles indiquant le dégagement gazeux lié à l'électrolyse.

❖ Les structures "font des bulles", pourquoi ?

Les réactions chimiques qui ont lieu aux électrodes donnent pour l'eau :

- À l'anode : $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$: dégagement de dioxygène O_2

- À la cathode : $4H_2O + 4e^- \rightarrow 2H_2 + 4OH^-$: dégagement de dihydrogène H_2

Il se produit une formation de calcaire $CaCO_3$ selon la réaction :

$OH^- + Ca^{++} + HCO_3^- \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

On observe donc des dégagements gazeux de dioxygène et de dihydrogène au niveau des électrodes, ce qui est un excellent indicateur pour savoir si le courant circule toujours dans la structure et éventuellement vérifier l'état des câbles qui l'alimentent.

calcification dans les océans. Grâce à un faible courant électrique circulant dans un conducteur immergé, les minéraux dissous dans l'eau viennent cristalliser à la surface de ce conducteur. Son application à la restauration des récifs n'aura lieu que bien des années plus tard, sous l'impulsion de Thomas Goreau, docteur en biogéochimie et spécialiste des récifs coralliens. Le procédé lui paraît être alors une excellente base pour recréer un substrat naturel favorable à l'implantation des coraux. Et les résultats dépasseront ses attentes.

Mise en place par les villageois eux-mêmes

Les récifs de Pemuteran ont été immergés entre 2000 et 2002 en face de l'hôtel Taman Sari, à quelques mètres de profondeur. La conception et le dispositif électrique ont été réalisés par Tom Goreau et Wolf Hilbertz, tandis que la construction et la mise en place ont été assurées par les villageois eux-mêmes, sous la supervision des deux scientifiques. Les structures sont constituées de tiges de fer d'environ un centimètre de diamètre, soudées et assemblées à terre. Elles sont ensuite remorquées sur le site, immergées, puis reliées à des générateurs situés au Taman Sari. Dans la pratique, des problèmes se posent au niveau de la fiabilité et de la longévité des connexions sous-marines et des générateurs, en raison de courts-circuits répétés. Une fois les structures mises sous tension, les plongeurs fixent des fragments de coraux récoltés sur des sites avoisinants et endommagés par les mouillages forains, voire les dynamitages (le "bomb fishing" était encore très pratiqué il y a quelques années...). Ces fragments mesurant généralement une dizaine de centimètres sont tout simplement fixés à la structure à l'aide de fil de fer ou d'un collier en plastique. En une à deux semaines, le calcaire, qui se concrétionne autour de la barre en fer de la structure, a déjà "capturé" le corail



MEXIQUE

UN CADRE UNIQUE...
POUR DES PLONGÉES ORIGINALES !

Débutant ou confirmé, plongez au cœur de la civilisation Maya : Playa del Carmen, Cozumel ou en cenotes, autant de plongées plaisir et variées !

À PARTIR DE **1445€ TTC**

VOL, TAXES AÉRIENNES, ACCÈS, TRANSFERTS, 7 JOURS EN PETIT-DÉJEUNER ET FORAAT EXPLOREZ 10 PLONGÉES (dont 2 en cenotes). DÉPARTS DE 01/09 AU 20/10/08

www.sport-away.com

0 826 88 10 20

[0,15€mn]



En 2005, Agung Prana (au centre) a reçu des mains des responsables de La Pacific Asian Travel Association la Palme d'or de l'écotourisme pour le projet Karang Lestari.

s'ils ont faim aujourd'hui ?". Chris leur montre alors des vidéos et des photos sous-marines de leurs récifs, et il est surpris par la rapidité des pêcheurs à comprendre que là où le récif est en bon état, il y a aussi beaucoup de poissons. Peu de temps après, des pêcheurs viennent lui demander comment protéger ces zones. C'est le début du changement, de l'éducation et du développement

Agung Prana et Chris Brown "Super jardiniers" des récifs

En une quinzaine d'années, Pemuteran est passé d'un stade avancé de pauvreté au stade de référence en matière de conservation du milieu marin, et la vie des villageois s'est sensiblement améliorée. Rencontre avec ceux qui ont changé le cours des choses.

Le premier est balinais et s'appelle Agung Prana. Il se souvient : "Quand j'ai visité l'endroit pour la première fois et ouvert un hôtel ici, les récifs coralliens étaient complètement détruits. C'était un désastre naturel." Nous sommes en 1989. M. Prana commence alors un long travail d'éducation et de persuasion avec les communautés locales pour leur faire prendre conscience de leur intérêt à protéger leurs ressources naturelles. Quelques années plus tard, il soutient la mise en place de patrouilles maritimes, assurées par les villageois

eux-mêmes, pour éloigner les pêcheurs peu scrupuleux venus des alentours. Il contribue également au lancement du projet Karang Lestari ("conservation des coraux" en indonésien) avec les scientifiques Thomas Goreau et Wolf Hilbertz, afin de reconstruire l'écosystème sous-marin grâce aux récifs Biorock. "L'implication des populations locales est la clef du succès d'un tel projet. Tom et Wolf ont admis que plusieurs de leurs projets Biorock dans d'autres pays avaient échoué en l'absence de leur soutien." Depuis, le projet Karang Lestari a remporté des

prix nationaux et internationaux attribués aux meilleurs projets environnementaux.

L'autre homme dont l'action a également été déterminante est australien et s'appelle Chris Brown. En 1992, il crée le premier centre de plongée à Pemuteran, Reef Seen Aquatics.

Sa vision très pragmatique basée sur le concept baptisé KISS (pour "Keep It Simple, Stupid"), mais qui masque en réalité l'intelligence de son action, contraste avec la vision plus spirituelle de M. Prana. Chris s'intéresse dès son arrivée à l'amélioration de l'état des récifs alentour. Face aux méthodes de pêche destructives qui sont alors communément pratiquées, il entreprend de discuter avec les pêcheurs locaux : "Quand je leur ai demandé pourquoi ils détruisaient les récifs qui assuraient leur futur, leur réponse a été très simple : pourquoi protégeraient-ils les ressources pour demain



La petite maison sur pilotis des "Reef Gardeners of Pemuteran".

de programmes pour protéger les récifs locaux. Une réserve marine, qui s'étend maintenant à toute la baie de Pemuteran, est décrétée par les chefs de village. La pêche à la dynamite et au cyanure est écartée, et le poisson revient. La confiance en Chris est installée, facilitant ainsi la mise en place de futurs programmes. Parmi ceux-ci, les Reef Gardener ou la sauvegarde des tortues marines avec une idée simple mais efficace, celle d'acheter les œufs aux villageois.

(Pour aller plus loin : www.globalcoral.org et www.biorock.net)



Ci-dessus, objectif : reconstituer la magnificence des récifs d'Acropora en place.

À droite, à l'abri de ces récifs artificiels colonisés par les éponges, une multitude d'espèces trouve refuge.



fragment d'une colonie sur une structure puis que l'on compare la colonie issue du fragment avec la colonie source, la couleur de la colonie transplantée est nettement plus vive! Ceci est lié à la production de pigments fluorescents qui, selon de récentes études, confèrent au corail une meilleure résistance au blanchissement en filtrant une partie des UV. Les premières publications scientifiques sur les récifs Biorock comparent 6 genres de coraux génétiquement identiques, soumis aux mêmes conditions environnementales. Selon Thomas Goreau, "les coraux Biorock possèdent plus de zooxanthelles et celles-ci ont un taux de division cellulaire supérieur, un résultat attendu pour des coraux en bonne santé. Mais on constate également qu'il y a moins de chlorophylle par zooxanthelle: ceci est identique à ce que font les coraux soumis à une forte intensité lumineuse, probablement comme un mécanisme régulateur pour limiter une croissance trop rapide. Il y a beaucoup à apprendre."

Un outil de conservation de la biodiversité

Outre leur croissance accélérée, les coraux Biorock résistent bien mieux aux perturbations telles que la dégradation de la qualité des eaux ou le réchauffement. Les épisodes de blanchissement, et notamment celui très marqué de 1998, ont mis en évidence le rôle potentiel des récifs Biorock pour la conservation de la biodiversité: que ce soit ici à Bali, ou aux Maldives,

et après un mois, la prise est solide et définitive. Avec le temps, les structures deviennent de plus en plus massives, résistantes et peuvent résister au passage d'un tsunami comme ce fut le cas en Thaïlande, en 2004.

Une croissance trois à cinq fois plus rapide!

Aujourd'hui, ces structures présentent dans l'ensemble une très bonne couverture corallienne et certaines colonies atteignent des tailles de l'ordre d'un mètre. Le taux de croissance des coraux sur les récifs Biorock est de trois à cinq fois supérieur à celui des récifs naturels. Les colonies d'Acropora branchus sont extrêmement bien développées, avec de nombreuses ramifications. Quant à celles de Pocillopora verrucosa, elles sont remarquablement denses et certaines d'entre elles atteignent une taille impressionnante pour cette espèce généralement petite. Plus généralement, les coraux présentent tous les signes de bonne santé: des formes bien développées, et des couleurs assez vives. Si l'on transplante un



L'embarcation des plongeurs-jardiniers : une pirogue à balancier typique de Bali.

DIVEHUNTER

Le Divehunter est idéal pour la chasse sous-marine et la plongée. Léger, compact, il est profilé pour les compétiteurs mais aussi pour les débutants qui se déplaceront avec rapidité. C'est une "base" mobile que le plongeur peut déplacer avec lui.

- 4 compartiments gonflables
- Léger et peu encombrant
- Munie d'une fenêtre bulle
- Fourni dans un sac filet
- Multiples accroches (anneaux)
- Emplacement pour drapeau de plongée
- Emplacement pour boissons, cartes ou papiers
- Déplacement rapide en toute sécurité

Seylor
www.seylor.com

ACTUS
ENTRE NOUS
PARTIR PLONGER
ÉPAVE
AVENTURE
MATÉRIEL
PHOTO
PLANÈTE OCÉANS
TECHNIQUE
MÉDECINE
JOURNAL DES PROS



le taux de survie a été très élevé, de 16 à 50 fois supérieure à celui des récifs alentour. Malgré leur petite taille en comparaison des récifs naturels, les structures sont devenues un refuge majeur et servent de réservoir de biodiversité pour de nombreuses espèces récifales, que ce soit des poissons, des coraux, ou d'autres organismes. Et les coraux présents sur les structures, avec leur fort taux de croissance et un meilleur métabolisme, se reproduiront plus et plus tôt: ils joueront donc un rôle crucial dans la recolonisation des récifs avoisinants.

Les jardiniers de Pemuteran

En arpentant la plage de Pemuteran, je remarque une petite maison sur pilotis avec l'inscription "Reef Gardeners of Pemuteran". Pour en savoir plus sur leurs activités, je décide d'aller plonger avec eux... Kadek Darma est l'un de ces jardiniers et il me guide tout d'abord dans le dédale des récifs Biorock. En chemin, il refixe des fragments de coraux brisés et nous ramassons quelques escargots Drupella. Ces mangeurs de récifs sont en apparence inoffensifs de par leur petite taille, mais j'ai pu observer il y a quelques années en Australie que lorsqu'ils sont nombreux, ils peuvent causer de sérieux dégâts ! Si beaucoup de poissons ont élu domicile ici et fréquentent ces récifs, je me demande durant la plongée quel est l'effet du champ électrique des Biorock sur les requins... L'après-midi, nous descendons sur l'un des récifs (naturel cette fois) des alentours. Kadek vient régulièrement ici et il ne trouve qu'une étoile de mer Acanthaster et quelques Drupella dans la zone. Après avoir dégagé un filet de pêche croché au fond, nous remontons. De retour à terre, Kadek me montre des photos des nouveaux sites de plongée qu'ils ont créés. L'un d'entre eux est une épave d'un de leurs anciens bateaux de pêche, à laquelle est fixée une structure Biorock alimentée depuis la surface par un panneau solaire. Nous sourions ensemble devant ce symbole. N'illustre-t-il pas de façon évidente la mutation de ces pêcheurs, devenus les jardiniers et protecteurs des récifs ? ❖

Ci-dessus, entre 1996 et 1998, 70.000 étoiles de mer Acanthaster ont été éradiquées des récifs avoisinants. Des années noires pour ces constructions également atteintes par le phénomène de blanchissement en 1998.
En haut, à droite, Drupella, l'escargot mangeur de récifs est en apparence inoffensif de par sa petite taille, mais quel vorace !

Plonger à Pemuteran

- ❖ **Centres de plongée :**
 - Homestay Rare Agon est tenu par un local : divewithketut@hotmail.com ;
 - Reefseen Aquatics est le premier centre de Pemuteran : www.reefseen.com
- ❖ **Itinéraire :** Paris/province à Denpasar (Bali). Ensuite 3 heures de voiture, ou 5 heures de bus, jusqu'à Pemuteran.
- ❖ **Sites de plongée :** les Biorocks sont en bord de plage, en face du Taman Sari. Profondeur : 3 à 15 m. Pour Menjangan, comptez 30 mn de voiture suivies de 45 mn de bateau environ.
- ❖ **Visibilité :** variable sur les Biorocks, excellente à Menjangan (jusqu'à 50 m).
- ❖ **Période :** toute l'année mais saison des pluies de novembre à avril.
- ❖ **Courant :** prises 220 volts standard.

