

JL Cuquemelle



**PETIT MANUEL DE
MAINTENANCE DE L'AQUARIUM
RECIFAL DE FAIBLE VOLUME A
L'USAGE DU DEBUTANT**

Texte et photographies, tous droits réservés pour tous pays
par Jean-louis Cuquemelle

Ce livre est enregistré sous le numéro **ISBN 2-9525515-0-2**

JEAN-LOUIS CUQUEMELLE

**PETIT MANUEL DE
MAINTENANCE DE L'AQUARIUM
RECIFAL DE FAIBLE VOLUME A
L'USAGE DU DEBUTANT**

Les photographies présentes dans cet ouvrage, à l'exception des images 49 et 50, ont été prises dans un aquarium d'un volume de 150 litres fonctionnant selon la méthode décrite.

Bonne réussite dans votre projet

Introduction

Le *Petit Manuel* est consacré aux aquariums récifaux et plus particulièrement aux micro-récifs, c'est-à-dire aux aquariums marins de moins de 200 litres abritant petits poissons et invertébrés, notamment des coraux.



1. Un aquarium récifal peuplé d'alcyonaires (coraux mous)

Les débutants y trouveront la synthèse des principes généraux ainsi que les bases nécessaires à la réalisation d'un aquarium récifal. Les aquariophiles confirmés y glaneront des informations qui leurs seront, je l'espère, utiles.

L'assimilation des quelques règles et techniques exposées ici, éprouvées par un grand nombre d'amateurs, est la base qui permet de couronner de succès l'entreprise. C'est à dire la conservation sur le long terme des poissons et invertébrés, la croissance et la propagation des coraux. Vous prendrez également conscience de la fragilité de ces écosystèmes et aiderez la protection des récifs contre leur pillage.

Il existe quelques solutions pour réaliser son aquarium récifal mais l'application stricte d'une méthode n'aboutira pas toujours au même résultat. Chaque nouvelle réalisation est, en effet, une nouvelle histoire.

Il s'agit donc de mettre toutes les chances de son côté sans oublier d'admettre qu'il subsiste une part (due au hasard ?) qui ne peut pas être décrite et que la partie n'est jamais gagnée même après de longues années d'expérience.

De nombreux paramètres interviennent qui ne permettent pas d'établir une loi absolue, gagnante à tout coup. Pour cette raison, plutôt que d'indiquer simplement une recette, j'explique le fonctionnement global, l'écologie de l'aquarium récifal. Les explications techniques sont certes simplifiées, (je m'en excuse par avance auprès des experts), et les interactions réelles plus complexes. Le but est d'aborder ici les points essentiels sans cependant tomber dans le simplisme.

Voici donc, brièvement résumé :

- 📖 L'état d'esprit et les conditions requises,
- 📖 Quelques principes biologiques mis en œuvre,
- 📖 Un exposé des techniques et du matériel à notre disposition,
- 📖 Les étapes successives de la phase de démarrage,
- 📖 L'entretien quotidien d'un bac récifal de volume réduit abritant des espèces robustes.



Si vous voulez donner votre avis ou me poser une question, voici mon adresse de courrier électronique :

microrecif@neuf.fr

Micro Récif est aussi un site internet :

<http://microrecif.neuf.fr>

Sur le site de Micro Récif vous pourrez dialoguer avec d'autres amateurs, poser vos questions et aussi télécharger le tableau de maintenance au format Microsoft® Excel™, vous facilitant la saisie et le traitement des informations relatives à votre aquarium.

Ce fichier PDF est disponible au format livre. Pour le demander, consultez le site Internet MicroRecif.neuf.fr.

Avant de commencer

Une expérience d'aquariophile d'eau douce est souhaitable, sans être cependant indispensable. Elle n'est pas suffisante pour démarrer sans une bonne préparation l'aquariophile marine. Si germe en vous l'idée de posséder un aquarium récifal la première chose à faire est de bien vous informer.

Soyez patient ! Il faut prendre le temps nécessaire à la compréhension de toutes les informations exposées dans ce petit manuel. Le fonctionnement de l'aquarium récifal fait appel à des notions de nombreuses disciplines : Biologie, chimie, biochimie, écologie, physique, ... Ces compétences sont peut être nouvelles pour vous. Acquérir les bases indispensables avant de commencer vous évite l'échec dû à un trop grand empressement. Vous respecterez ainsi au mieux le milieu naturel.

Il est important de connaître les différentes techniques de filtration, l'épuration biologique et les méthodes récifales qui en découlent : *Berlinoise*, *Jaubert*, etc. Il faut se familiariser avec les paramètres intervenant dans les équilibres physico-chimiques et les différentes interactions entre pH, calcium, dKH, etc. Il faut, bien entendu, connaître les besoins des plantes et des animaux, et aussi avoir quelques notions d'écologie des écosystèmes récifaux. Le montage de tous les éléments constituant le matériel fera appel à votre ingéniosité et à vos talents de bricoleur.

Tous les points essentiels sont expliqués au cours des différents chapitres de ce manuel.

Cette phase de formation ne coûte rien, si ce n'est un peu de votre temps. Vous devez la faire durer suffisamment pour vous sentir compétent, ne plus être rebuté par le jargon technique, entrevoir le pourquoi et le comment.

Il ne suffit pas de connaître et d'appliquer une technique aveuglément si on ne comprend pas comment elle marche.

Ainsi au fil de vos recherches, vous prendrez conscience des différentes contraintes et vous serez plus sûr de vos choix.

Commencer trop rapidement puis modifier après coup une installation fonctionnant mal n'est pas une chose aisée et même parfois désespérante. Voir dépérir et mourir les animaux jour après jour est complètement déprimant et contraire au but recherché.

✳ Prendre le temps d'acquérir les connaissances et de mûrir son projet évite erreurs, échecs et regrets.

Pour aller plus loin

Une fois les bases acquises, pour chercher une réponse à une question précise ou pour approfondir vos connaissances, documentez-vous à partir :

- 📖 Du livre de référence : Les tomes 1 & 2 de *L'aquarium récifal* de Julian Sprung et J-Charles Delbeek publiés chez Ricordea Publishing (le tome 3 est en préparation). Un inconvénient majeur : Ce livre en deux volumes est assez cher et le débutant hésite à investir une telle somme sans savoir s'il va persévérer.
- 📖 Des clubs et amis aquariophiles.
- 📖 Des newsgroups, comme par exemple le groupe : fr.rec.aquariophilie.marine.
- 📖 Des sites Internet. C'est aussi une bonne solution pour se faire une formation à moindre coût et trouver les réponses à toutes ses questions aux travers des forums spécialisés. Au chapitre *Quelques sites Internet*, vous trouverez une liste d'adresses de sites fournissant des renseignements complémentaires, utiles et indispensables à cette introduction aux techniques de maintenance des aquariums récifaux.

L'investissement nécessaire pour réaliser un aquarium marin

Aurez-vous les moyens de réaliser votre rêve ?

La question est effectivement à se poser sérieusement car un aquarium marin récifal nécessite un double investissement : En temps et financier.

Même si vous recherchez les solutions les plus économiques : Achats de matériels d'occasions, bricolages, bac de dimensions modestes, etc., les moyens financiers à mettre en œuvre sont vraiment loin d'être négligeables... Et peuvent être astronomiques si la réalisation est prestigieuse.

Le bac de vos rêves choisi, il est assez facile de lister le matériel nécessaire et d'établir la somme des dépenses pour l'achat initial puis de l'entretien de l'installation. Pour votre information, vous trouverez l'estimation des dépenses d'un petit aquarium au chapitre *budget*.

Les équipements ne peuvent pas être achetés au fur et à mesure mais sont nécessaires immédiatement dès la mise en eau du bac. Vous ne ferez pas de concession sur la qualité du matériel. Un modèle économique mais ne remplissant pas la fonction et devant finalement être remplacé revient très cher. Par exemple : Un écumeur sous dimensionné que vous devez changer en catastrophe quelques semaines après son achat.

Prenez le temps de faire les plans détaillés de votre installation avec la liste exhaustive du matériel, cela vous permettra d'affûter le coût du projet et de ne rien oublier.

Intégrez dans le coût les opérations de maintenance : Electricité, remplacement annuel de l'éclairage, ajouts périodiques (nourriture, sels, calcium, iode, etc.).

Second point à vérifier, votre disponibilité. La phase de démarrage d'un bac occupe quasiment tous ses loisirs (week-end et soirée). Même en régime de croisière il faut prévoir consacrer ½ heure par jour et ½ journée par semaine à l'entretien et l'observation de son aquarium. Votre entourage et vos autres activités vont peut être en souffrir. Le fonctionnement de l'aquarium récifal fait que celui-ci est destiné à durer de nombreuses années et que cela ne peut pas être une passion de quelques mois.

Pensez aussi que les absences de plus de quelques jours nécessiteront obligatoirement que quelqu'un vous remplace pour nourrir les poissons, surveiller et entretenir le bac. Il y a également les problèmes de transport de l'aquarium en cas de déménagement qui ne sont pas simples à régler.

★ Ne sous estimez pas l'investissement. L'aquariophilie récifale est réellement un hobby pour passionnés.



2. Amphiprion Ocellaris, Poisson Clown

C'est souvent à cause de ce sympathique petit poisson que tout commence et que tout arrive... Le début d'un loisir dévorant.

Fixer son choix entre les différents types d'aquariums

Vous êtes toujours décidé à vous lancer dans l'aventure ?

Bien, à partir des informations que vous aurez recueillies et de l'évaluation objective de vos moyens vous allez devoir choisir l'environnement que vous voulez reproduire (le biotope), et donc les futurs habitants de l'aquarium (la biocénose). Cela détermine le mode de fonctionnement de l'aquarium, ainsi que la technique que vous utiliserez pour le faire fonctionner. Nous allons revenir sur les différentes possibilités offertes, sachez que le *type* choisit vous devrez respecter les règles et les critères imposés par la *méthode* qui sera appliquée et que vous ne pourrez pas facilement changer de technique. Dans ce domaine, l'innovation ou le panachage des diverses solutions possibles ne donne que des résultats incertains et n'est à réserver qu'aux aquariophiles très expérimentés.

La technique utilisée est adaptée au type d'aquarium, c'est à dire aux animaux conservés, et même au biotope, que vous voulez recréer dans votre bac d'eau de mer.

Voici les trois principaux types d'aquarium marins, classés ici par ordre de difficultés croissantes :

-  Hébergeant uniquement des poissons (FO ou Fish Only).
-  Abritait des coraux mous, des invertébrés résistants ainsi que quelques poissons compatibles avec ce biotope.
-  Abritait des coraux durs et/ou des invertébrés plus exigeants ainsi que quelques poissons compatibles.

Les invertébrés sont très sensibles et un aquarium abritant des coraux en plus des poissons doit avoir une qualité d'eau supérieure, il faut notamment obtenir un taux de nitrates et de phosphates proches de zéro et un taux de nitrites nul. Ces paramètres doivent être stables et maintenus dans le temps. La qualité d'eau est alors apte pour un aquarium *recifal* mais cela n'est pas aussi simple à obtenir qu'une qualité d'eau satisfaisante pour un aquarium *Fish Only*.

La qualité de l'eau dépend pour une bonne partie du système de filtration mis en place dans l'aquarium marin.

Voici les principales techniques de filtration à notre disposition. J'ai différencié deux groupes : Le groupe des méthodes classiques de filtration adaptées aux FO (Fish Only) et les techniques spécifiques aux aquariums récifaux :

Techniques FO (poissons)

- 👉 Filtres humides ou bio-balles.
- 👉 Filtres humides ou bio-balles + écumeur.
- 👉 Filtres humides ou bio-balles + écumeur + DAS¹.
- 👉 Filtres à algues (Méthode Adey).

Techniques Récifales (poissons et invertébrés)

- 👉 **Pierres Vivantes + écumeur : Méthode berlinoise**
- 👉 PV + Sable Vivant : Méthode DSB²
- 👉 PV + Sable Vivant + plénum : Méthode Jaubert

NB : Ce petit manuel développe essentiellement la 'Méthode berlinoise' mise au point pour les aquariums récifaux.

Si, grâce à ces méthodes, maintenir un aquarium récifal est à la portée de tous, un débutant doit savoir rester humble et limiter ses ambitions. Pourquoi commencer avec un aquarium peuplé d'espèces fragiles ou réputées difficiles à conserver ?

Le régime alimentaire, la nécessité d'un environnement spécifique, le comportement, peuvent rendre problématique et même impossible la conservation à long terme des animaux. Un exemple : Les anémones sont des organismes qui sont, d'une part assez exigeants quand aux conditions d'environnement et d'autre part incompatibles avec les autres invertébrés fixés du fait de leur mobilité et de leur pouvoir urticant.

¹ DAS Dénitration Autotrophe sur Soufre Technique mise au point par Marc Langouet.

² DSB Deep Dand Bed ou Lit de Sable Epais. Technique mise au point par Ron Shimeck

Il faut donc de préférence éviter les anémones dans un aquarium récifal communautaire. Pourtant le projet initial est le plus souvent : *"Deux poissons clowns, une anémone, et puis, si tout va bien, quelques coraux"*. En fait il est préférable de placer un corail mou de substitution à l'anémone. Ce corail sera plus facile à maintenir et les poissons clowns s'en accommoderont fort bien.

En ce qui concerne les fragiles scléactiniaires ou coraux durs (coraux sécrétant un squelette calcaire), ceux-ci ne pourront être envisagés qu'à partir de la première année de bon fonctionnement de l'aquarium et avec le matériel adapté. Ces derniers nécessitant une maintenance encore plus pointue des paramètres physico-chimiques de l'eau de l'aquarium.

Je conseille de commencer avec un petit aquarium de 150 à 200 litres peuplé de poissons, d'invertébrés et d'alcyonaires résistants (coraux mous). C'est un aquarium récifal nécessitant un assez faible taux de nitrates mais sans exigences particulières et relativement facile si le choix des poissons et invertébrés est fait raisonnablement et que l'on s'en tient aux espèces recommandées dans ce manuel.

Son fonctionnement reposera sur la **méthode berlinoise**. Cette technique doit son nom à Dietrich Stüber et aux aquariophiles de Berlin et aussi à Peter Wilkens en Suisse.

C'est cette technique qui recueille actuellement le plus d'adhésions parmi les amateurs. Elle est assez simple à mettre en œuvre et a permis la réalisation de nombreux aquariums aptes à conserver des invertébrés sur plusieurs années. La méthode berlinoise repose en particulier sur l'utilisation en nombre suffisant de **pierres vivantes**, de décomposeurs et petits détritivores assurant l'épuration biologique au sein même de l'aquarium.

Les pierres vivantes sont des débris coralliens ou des roches poreuses abritant une importante microfaune détritivore réalisant la filtration biologique et cela jusqu'à la **dénitratation** ou complétion du cycle de l'azote. Cette filtration biologique naturelle de l'aquarium fait l'objet d'une analyse détaillée dans le chapitre suivant.

La méthode berlinoise nécessite, en plus des pierres vivantes :

- 👉 **Un écumeur puissant** et correctement dimensionné,
- 👉 **Un éclairage intense,**
- 👉 **Un brassage efficace.**

Un volume de 150 à 200 litres est généralement considéré comme trop petit car l'équilibre biologique et physico-chimique est plus délicat à maintenir que dans un bac plus volumineux. Dans un grand aquarium les variations sont plus lentes et le temps de réaction pour corriger un problème est allongé. Pour cette raison, et aussi pour les conditions de vie infligées aux poissons, les volumes inférieurs à 300 litres sont généralement déconseillés aux débutants.

Je ne partage pas totalement cet avis, ce peut être aussi un bon test, une première étape, qui vous permet de savoir si vous êtes un bon observateur, attentif au moindre changement et apte à l'aquariophilie récifale.



3. *Zoanthus*, *Parazoanthus*

Les zoanthus, clavularia, sarcophyton, xenia, sinularia, discosoma, et ricordea font partie des coraux mous les plus faciles à maintenir.

Voici pourquoi choisir un volume réduit :

- 👉 Un petit bac nécessite un investissement moindre qu'un grand. Certaines dépenses sont diminuées : Pierres vivantes, invertébrés et détritivores, coraux, poissons, eau, sable. Mais il ne faut pas généraliser, d'autres non, en particulier l'équipement technique. L'écumeur, par exemple, n'est pas directement proportionnel au volume et doit être surdimensionné dans un petit bac instable par définition, une installation HQI de 70 W coûte pratiquement le même prix que celle de 150 W, etc.
- 👉 L'entretien est moins coûteux : Changements d'eau, additifs, nourriture, masses filtrantes, factures EDF,...
- 👉 Personne n'est à l'abri d'une erreur ou d'un coup de malchance. Et les risques sont considérablement accrus lorsque l'on est débutant. Les pertes dans un petit bac seront donc sagement limitées.
- 👉 Entretenir un petit bac occupe malgré tout moins de temps qu'un grand.

Et connaître les contraintes :

- 👉 Résister à la tentation d'introduire un trop grand nombre de poissons, des poissons de trop grande taille ou ayant besoin d'espace ou de cachettes pour fuir un harcèlement et se sentir en sécurité.
- 👉 Ne pas compter son temps passé à surveiller, observer et mesurer (c'est également vrai avec un grand bac mais ce n'est pas proportionnel au volume).
- 👉 Savoir interpréter les signes avant-coureurs d'un dérèglement.
- 👉 Contrôler ses réactions et toujours agir avec modération.

Cependant si votre budget vous le permet, optez pour un aquarium de 300 à 500 litres environ, qui est plus stable, plus lent dans ses réactions, plus tolérant aux erreurs de dosage et qui offre de meilleures conditions de vie aux animaux.

Soyez conscient que malgré cette apparente stabilité, un volume plus important ne fait souvent que retarder l'apparition des symptômes d'un dérèglement et qu'alors son inertie devienne pénalisante pour rectifier la situation. Cela ne vous dégage donc pas de l'attention et du temps que vous devrez accorder à votre aquarium.

Bien que techniquement faisable, choisir un volume supérieur à 500 litres me semble un peu ambitieux pour un débutant. Après une première expérience, vous pourrez envisager plus sereinement cette réalisation.

A l'opposé des aquariums géants, vous pouvez choisir de faire un nanorécif, bac de moins de 100 litres, ou même un picorécif de moins de 50 litres. Dans ces aquariums bonsais le choix se limite à maintenir seulement quelques invertébrés et il devient impossible d'y conserver des poissons. Mais si vous y placez seulement quelques coraux et petits invertébrés l'effet spectaculaire est (presque) garanti et le rapport satisfaction - prix imbattable !

Il vaut mieux revoir son projet plus modestement que de ne pas arriver à mettre les moyens nécessaires à sa réalisation. Commencez par utiliser les techniques les plus simples, les plus éprouvées et choisissez les animaux les plus robustes en captivité pour acquérir une première expérience.

✳ Fixez votre objectif sans surévaluer vos capacités techniques et financières.



Cycle de l'azote. Techniques de filtration en aquariophilie

Autoépuration biologique

La compréhension des mécanismes de ce qu'on appelle le **Cycle de l'azote** est l'une des clés permettant le succès de l'entreprise. Voici un chapitre exposant les techniques de filtration et la gestion des déchets qui, je l'espère, éclaircit un peu le pourquoi des systèmes de filtration des aquariums récifaux. Gardez à l'esprit la formule de Lavoisier "Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme".

Pour simplifier à l'extrême, et pour résumer, les déchets des animaux et plantes résultants de l'apport nécessaire en aliments, qui sont composés essentiellement d'azote organique, peuvent être éliminés principalement de l'aquarium de deux façons : Par une filtration mécanique et par une épuration biologique.

1. Filtration mécanique (extraction)

L'action mécanique peut être réalisée de différentes façons :

- ☛ Grâce à un écumeur de protéines,
- ☛ Par un piégeage des particules dans un bac de décantation externe alimenté de préférence par une *surverse* puis par siphonage de ces sédiments,
- ☛ En cultivant des plantes et en retirant par élagage les nitrates et les phosphates fixés dans leurs tissus,
- ☛ Par le siphonage des sédiments et déchets dans le bac,
- ☛ Par un renouvellement partiel de l'eau (de 10 à 25% mensuellement),
- ☛ Avec un filtre externe équipé de mousse en perlon,
- ☛ Avec une pompe de brassage équipée d'une crépine filtrante.

Dans ces deux dernier cas, il s'agit de filtration mécanique, et un filtre externe ne doit pas démarrer une filtration biologique. Le filtre est pour cela nettoyé complètement, cette opération renouvelée très fréquemment, au moins une fois par semaine.

Sans être inefficace, une filtration mécanique seule ne peut pas extraire 100% des déchets, fort heureusement d'ailleurs, car cela diminuerait considérablement la biodiversité !

2. Filtration biologique (transformation - Autoépuration)

Dans ce cas les déchets constitués d'azote organique ne sont pas réellement retirés mais sont retraités (ou dégradés) biologiquement. La microflore et une chaîne de détritivores et de décomposeurs, centimétriques puis millimétriques et enfin microscopiques, se chargent de la réduction des déchets.

Pour cette raison il faut chercher à conserver le maximum de ces précieux auxiliaires que sont les détritivores : Crevettes, vers, bernards l'ermite [pagures], ophiures, amphipodes, etc. Jusqu'à la microfaune et cela même si leur aspect n'est pas toujours engageant.

Finalement ce sont les précieuses bactéries qui bouclent le cycle :

a) Les bactéries aérobies, qui 'respirent' ou plutôt captent l'oxygène en dissolution dans l'eau, vont commencer le travail en transformant successivement les déchets organiques en décomposition³ :

Ammonium (NH₄) et ammoniac (NH₃) en nitrites (bactéries *nitrosomonas*), puis en nitrates (bactéries *nitrobacter*). C'est la phase de nitratisation :



³ Le processus de *décomposition* (ou de *minéralisation*) des substances organiques (reste de nourriture, débris végétal, déjections) s'effectue en passant par les étapes : Protéines → ammonium → nitrites → nitrates. Cette phase est appelée aussi *nitratisation*.

Si on en reste là, le milieu est suffisamment épuré pour convenir aux poissons, animaux supérieurs moins sensibles au taux de nitrates que les invertébrés. Les filtres biologiques classiques : Bio-balles, sous gravier, gouttière, humides, etc., nous permettent d'arriver à cette étape et sont utilisés avec succès dans nombres d'installations et aquariums Fish Only.

On peut noter que les plantes sont capables d'utiliser pour leur croissance, en petite quantité, les nitrates et phosphates ainsi obtenus. Nitrates et phosphates seront stockés dans les tissus des végétaux et pourront être extraits de l'aquarium par un simple élagage. Par contre si le végétal meurt et que le résidu n'est pas extrait mécaniquement par le filtre, la décantation ou l'écumeur, il y aura restitution et le cycle devra être recommencé.

b) Les bactéries anaérobies vont terminer le travail, c'est à dire *compléter* le cycle. En effet, en l'absence d'oxygène dissout, celles-ci vont extraire des nitrates l'oxygène nécessaire à leur métabolisme. L'azote (N₂), gaz neutre est séparé de l'oxygène et rejeté sous forme gazeux.

C'est la phase de dénitrification $\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2$ qui se fait dans un milieu pauvre en oxygène ou *hypoxique*.

Deux familles de bactéries différentes sont capables d'opérer cette dénitrification :

La famille des bactéries autotrophes et celle des bactéries hétérotrophes.

i) Les bactéries autotrophes utilisent des composés inorganiques, c'est cette famille des *thiobacillus* qui est présente dans le très efficace dénitrificateur externe : DAS (Dénitrificateur Autotrophe sur Soufre mis au point par Marc Langouet). Le soufre servant de support aux bactéries étant effectivement inorganique et il ne contient pas de carbone. Inconvénient de ce système le rejet de gaz carbonique CO₂ et d'ions H⁺ dans l'aquarium qui ont pour effet d'abaisser le pH.

ii) Les bactéries hétérotrophes de la famille des *pseudomonas*, quant à elles puisent leurs constituants dans les composés de carbones organiques, ceux par exemple issus des aliments et rejets d'origine animale ou végétale. Ces bactéries sont hébergées dans des zones où l'oxygène pénètre difficilement avec une circulation très lente de l'eau.

Ce dernier processus nous intéresse particulièrement car il est possible de le reproduire facilement en aquarium :

- 👉 Dans les couches profondes du sable pour les systèmes *Jean Jaubert* ou encore *DSB* [Deep Sand Bed].
- 👉 Dans les anfractuosités internes de pierres poreuses pour la méthode *berlinoise*.

Des conditions particulières sont nécessaires pour que ces systèmes (berlinois, Jaubert, DSB) utilisant des bactéries hétérotrophes fonctionnent correctement :

- 👉 La microflore et la microfaune doivent s'installer et pouvoir survivre. Elles doivent disposer d'un substrat et d'un milieu adéquat. Une fois terminée la phase de démarrage de l'aquarium les apports en nutriments composés de carbones organiques doivent être suffisants et réguliers. Notez qu'un apport de carbone peut être fait par ajout de glucose (une pointe de couteau/100l) ou d'alcool (1ml de vodka /100l) pour 'doper' la colonie bactérienne sans ajouter des composants azotés. Méthode à utiliser avec extrême prudence !
- 👉 Ce système ne doit pas être en concurrence avec un autre filtre biologique produisant des nitrates en trop grande quantité (cas des filtres semi-humide, bio-balles, sous gravier, ...).
- 👉 Il ne doit pas y avoir surcharge, c'est à dire déséquilibre entre la quantité de production des déchets d'azotes organiques apportés par les aliments, vis à vis de la capacité de retraitement.

Pour ces raisons, Il faut respecter scrupuleusement les conditions spécifiées par chacune de ces méthodes d'épuration hétérotrophes (berlinoise, Jaubert ou encore DSB) sans cela on va vers un échec.

La masse totale et la qualité du substrat de culture des bactéries sont les critères essentiels. Pour assurer le support aux bactéries dénitrifiantes les pierres poreuses d'un système berlinois doivent posséder des caractéristiques physiques adéquates et compatibles avec le milieu marin. C'est le cas avec les *pierres vivantes* composées d'anciens morceaux de coraux préparés en milieu naturel et de taille suffisante.

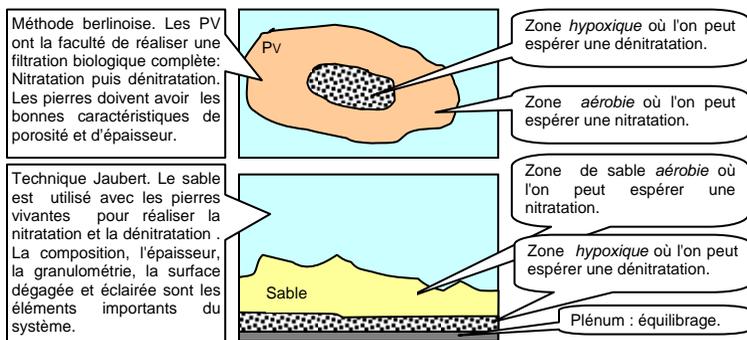
En ce qui concerne la méthode Jaubert ou DSB, le sable de corail naturel mis en épaisseur suffisante convient parfaitement.

★ L'aquariophilie récifale nécessite la mise en œuvre d'un système garantissant une épuration totale des déchets c'est à dire la complétion du cycle de l'azote : Nitratisation suivie d'une Dénitratisation. Différentes solutions, plus ou moins adaptées selon le biotope et le type de l'aquarium, peuvent être mises en place pour assurer cette filtration basée sur des techniques biologiques et mécaniques.

En résumé, nous avons comme méthodes de filtration éprouvées à notre disposition :

- ☛ Un filtre semi-humide ou bio-balles associé à un écumeur et éventuellement un DAS. Solution adaptée à un aquarium répondant bien aux critères d'un FO.
- ☛ Un filtre à algues plus des pierres vivantes et/ou sable vivant, méthode mise au point par Walter Adey.
- ☛ Un système de filtration par sable⁴ vivant du système Jean Jaubert ou de la technique DSB mise au point par Ron Shimeck.
- ☛ Un système de filtration combinant des pierres vivantes et un écumeur appelé méthode berlinoise.

⁴ Il ne faut pas confondre les filtres sous sable avec une circulation forcée de l'eau typiques des aquariums d'eau douce ou FO, où nous obtenons uniquement une *nitratisation*, avec les systèmes Jaubert ou DSB et une diffusion passive et lente de l'eau de moins en moins chargée d'oxygène dans les couches profondes de sable où nous espérons obtenir une *dénitratisation*.



4. Méthodes Jaubert et berlinoise

Parmi les différentes solutions adaptées au récifal, la méthode du Dr Adey, culture avec élagage régulier des plantes, est peu compatible avec un aquarium d'amateur peuplé avant tout de coraux.

La quantité de plantes nécessaires pour une dénitrification efficace est en effet bien trop importante et les résultats sont relativement décevants. L'application de ce principe passe généralement par un bac de culture spécifique relié à l'aquarium. Comme la première solution DAS + filtre bio-balles ou humide, cette technique convient bien pour les aquariums FO, mais pose quelques problèmes dans la pratique avec les bacs contenant des invertébrés. Il faut cependant noter que la culture et l'élagage des plantes est un excellent complément aux autres techniques. Par exemple : Les techniques de filtrations biologiques sur sable ou boues dans un bac refuge. *CF Le chapitre Aquarium refuge.*

Les solutions berlinoises et Jaubert sont particulièrement bien adaptées aux bacs récifaux. Elles mettent en œuvre un système de traitement simplement amélioré de l'aquarium naturel imaginé en 1961 par Lee Chin Eng.

J'interprète *naturel* comme la mise en place d'un écosystème autonome imitant un biotope ou morceau de nature.

Il est quand même utopique d'espérer trouver un aquarium de faible volume définitivement stable, autosuffisant, et fonctionnant comme le milieu naturel, mais on recherche une solution ne nécessitant plus qu'un minimum d'interventions.

Les techniques basées sur le sable vivant des méthodes DSB ou Jaubert, semblent donner de bons résultats mais sont plus difficiles à maîtriser. Elles nécessitent une solide expérience dans le contrôle des divers paramètres. Il est sage d'acquérir ces compétences en se faisant la main avec un aquarium utilisant la méthode berlinoise.

★ Pour sa simplicité de mise en œuvre et aussi son efficacité, l'aquariophile débutant en aquariophilie récifale a tout intérêt à choisir la mise en place d'un système de filtration respectant les critères de la méthode berlinoise.



5. *Sabellastarte magnifica*, sabelle vers tubicole filtreur.

Les sabelles filtrent l'eau avec leur belle couronne de tentacules. Dans un aquarium les particules nutritives en suspension dans l'eau sont quasi absentes du fait de l'efficacité de la filtration. Comme d'autres espèces se nourrissant de plancton, je ne vous les conseille pas car il est très difficile de les maintenir en captivité.

Remarques sur les systèmes Jaubert et berlinois assurant la dénitratation

a) Avec les modèles Jaubert et berlinois il est possible de réduire le volume d'eau changé périodiquement. Apparaît alors un nouveau problème : Les changements d'eau ne suffisent plus à équilibrer la consommation (ou transformation) par les organismes vivants des composés minéraux, particulièrement calcium et carbonate. Les carences doivent être compensées par des ajouts spécifiques. Ces ajouts, sur lesquels nous allons revenir, sont un peu la contrepartie à payer pour l'efficacité et la simplicité de la méthode !

b) La dénitratation au sein des pierres ou du sable permet de nous affranchir de la présence d'un DAS (dénitrificateur externe) qui ne peut être qu'un accessoire complémentaire, utilisé uniquement en cas de gros problème. Cet accessoire est par ailleurs assez délicat à mettre en œuvre pour un débutant et un DAS mal réglé risque de rejeter des nitrites dans le bac, et son pH est assez bas en sortie cause du rejet de CO_2 et d'ions H^+ .

c) Il est souvent indispensable, d'associer une filtration mécanique à la filtration biologique. La méthode berlinoise, par exemple, préconise l'emploi d'un écumeur complémentaire des pierres vivantes et les meilleures d'installations utilisent un bac de décantation externe à l'aquarium principal *CF Chapitre Décantation*.

Vous devez effectivement extraire les sédiments en excès issus des précipitations de calcium ou de carbonates, des résidus et érosions, etc., enlever les gros détritiques (plantes, reste de nourriture), faire des renouvellements d'eau régulièrement. Cette filtration mécanique qui retire les sédiments et les gros déchets avant dégradation permet de ne pas atteindre le seuil de surcharge du filtre biologique, surtout si celui-ci est sous dimensionné. La filtration mécanique élimine une partie du problème mais ne suffit pas pour un recyclage total et une élimination des nitrates. Ce ne peut être qu'un complément à la filtration biologique.

A contrario, il n'est pas conseillé de mettre deux filtres biologiques de type différent en compétition. Par exemple un filtre bio-balles qui produit des nitrates en quantité et des pierres vivantes qui ne pourront pas les absorber.

d) Un filtre à algues de dimensions raisonnables, externe à l'aquarium principal, contribue à l'équilibre biologique de l'aquarium. Ce bac permet également de stocker des pierres vivantes et/ou un lit suffisant de sable qui augmente ainsi la capacité bactérienne totale de l'aquarium. Il sert aussi de refuge à un grand nombre de détritivores de toutes tailles, utiles au retraitement des déchets. Le rejet de CO₂ des végétaux et celui plus rare de toxines par les plantes de la famille des *caulerpa*, peut être réduit par un éclairage du bac de culture pratiquement 24H/24 ou par une inversion des cycles jour/nuit mais cela reste cependant à confirmer. Le plus simple est de limiter la prolifération d'algues par un élagage très régulier du bac refuge. Celui-ci peut également abriter une mini mangrove (palétuviers) source de biodiversité.

Les plantes mangées par les herbivores ne participent pas à l'extraction des nitrates sauf si les excréments sont extraits mécaniquement ou réduits par la chaîne des détritivores.

3. Filtration chimique (captation ou échange)

Aux deux moyens principaux (mécanique et biologique) il convient d'ajouter l'arsenal chimique.

Dans un aquarium d'amateur la seule filtration, classée ici dans les transformations chimiques, que l'on peut fortement conseiller est le **charbon actif**.

Cette technique de filtration⁵ est très simple à mettre en œuvre et celle-ci n'a aucune contre-indication. Son usage peut être temporaire, par exemple une semaine par mois. Mais en cas de problème il est sage de faire un usage permanent du charbon actif.

⁵ La propriété bénéfique des matériaux carbonisés s'explique par la tendance des composés organiques à adhérer à la surface des solides - un phénomène physico-chimique très général

Le charbon actif doit être cependant d'excellente qualité. Certains charbons contiennent trop de phosphates et ne sont pas appropriés à un usage récifal. Il faut utiliser assez régulièrement du charbon actif pour retirer des éléments dissous et autrement difficiles à extraire. Par exemple : Dans le cas de coloration de l'eau, lors du démarrage du bac, en cas de pollution. Première solution la diffusion passive : Mettre une petite quantité de charbon actif dans une poche à mailles fines et ne pas la laisser plus de trois à quatre semaines dans la décantation est une bonne solution qui permet de ne pas risquer d'arriver à saturation du charbon. Une autre technique consiste à laisser une quantité plus importante pendant quelques mois pour bénéficier d'un substrat propice à la culture des bactéries nitrifiantes.

Autre solution le passage forcé : Placer la pochette contenant le charbon dans un filtre externe en fin de filtration. On évite ainsi un colmatage qui le rendrait l'effet moins efficace. Au prix du charbon actif de bonne qualité, cela serait dommage.

Les zéolithes⁶ peuvent être utilisées en remplacement au charbon actif, leur emploi est cependant plus complexe.

En ce qui concerne les autres techniques de filtrations de type chimiques ou apparentées :

- ☞ Résines pour le traitement ou l'absorption des nitrates,
- ☞ Résines ou Oxyde d'aluminium pour l'absorption des phosphates,
- ☞ Injection d'ozone (O₃) dans un écumeur à contre-courant,
- ☞ Traitement au permanganate de potassium (KMnO₄),
- ☞ Stérilisateurs à UV,
- ☞ Microfiltration sur filtres à diatomées,
- ☞ Dénitrificateurs externes hétérotrophes à glucide ou alcool.

appelé *adsorption*. La surface moléculaire du charbon actif est impressionnante, de 500 à 1500 m² par gramme, sa dimension stérique rend ainsi le phénomène très efficace.

⁶ La zéolithe est un composé minéral auquel sa structure cristalline confère des propriétés d'adsorption et de catalyse qui les font utiliser comme tamis moléculaires, comme échangeur d'ions.

Tous ces procédés ne peuvent pas être raisonnablement la base de la filtration pour un amateur débutant et ne seront mis en œuvre que pour intervenir ponctuellement sur un problème, redresser une situation catastrophique, mais sans véritablement s'attaquer à sa cause. Ils présentent aussi le risque de déstabiliser l'équilibre biologique et l'écosystème de l'aquarium. Ils ne seront utilisés, pour toutes ces raisons, que par des aquariophiles chevronnés dans des conditions particulières. L'utilisation de résines anti-nitrates ou anti-phosphates peut s'avérer utile temporairement dans le cas de concentrations excessives mais il faudra aussi rechercher et s'attaquer à l'origine du problème. Une trop grande variation à la baisse des nitrates peut avoir également des conséquences néfastes sur les animaux et sur la flore bactérienne, aussi restez mesuré lors de l'utilisation des résines, favorisez plutôt le développement des bactéries dénitrifiantes au sein même de l'aquarium.

Les médicaments : Le principe de précaution

La prudence doit être de règle avec les diverses médications destinées à soigner les maladies des poissons, éliminer des parasites, des algues ou améliorer la qualité de l'eau. L'utilisation de ces produits peut s'avérer catastrophique sur la microfaune ou la flore avec un risque réel de déséquilibre de la filtration biologique. En cas de problème, il faut faire preuve de sang froid et ne pas appliquer, dans la précipitation, un remède aux effets pires que le mal. Le système d'auto épuration repose sur un équilibre biologique et s'attaquer, même involontairement, à un élément peut entraîner, par effet de dominos, la chute du tout. Si vous tentez de soigner un poisson ou un animal vous ne devez jamais le faire dans l'aquarium principal, même avec des médicaments réputés inoffensifs (!) sur les coraux et les invertébrés. Le cuivre est un métal lourd indispensable aux organismes en tant qu'oligo-élément, mais qui devient nocif en cas de concentration excessive (0,03 mg/l). Les poissons sont moins sensibles que les invertébrés aussi le cuivre peut servir de traitement antiparasitaire dans les bacs FO. Mais le cuivre doit donc être totalement banni dans un aquarium récifal. Pour cette raison, il ne faut pas mettre l'eau de transport des poissons nouvellement achetés, éventuellement traités préventivement par le revendeur dans son bac d'exposition.

Définir le biotope

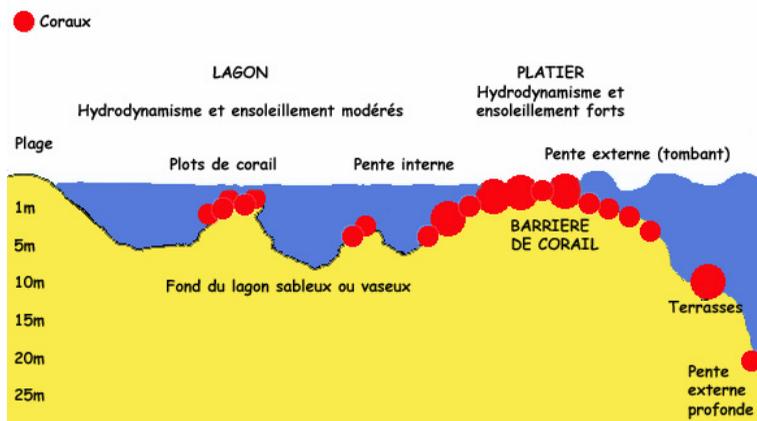
Définir le biotope permet de déterminer le matériel le plus adapté et nous aide à reconstituer le plus fidèlement possible le milieu choisi. C'est aussi un bon moyen de découvrir les exigences et les caractéristiques de l'environnement et de se pencher sur l'écologie des systèmes récifaux.

Les zones récifales sont principalement caractérisées par :

- 👉 Une température élevée et assez constante tout le long de l'année,
- 👉 Un fort ensoleillement,
- 👉 La présence d'une barrière de corail constituée au fil des ans par l'accumulation de concrétions calcaires.

Autour de cette barrière il est possible de différencier quatre zones principales :

- 👉 Le lagon,
- 👉 La pente interne,
- 👉 Le platier et la frange récifale,
- 👉 La pente externe ou tombant.



6. Zones récifales

Ces quatre zones pourtant proches sont en fait différentes.

Les différences viennent des différentes conditions :

- 🔸 Du fond : Présence de sable de corail ou eau libre,
- 🔸 De la turbidité de l'eau : Transparence et quantité de matières en suspension dans l'eau,
- 🔸 De la quantité de nutriments,
- 🔸 De la présence d'herbier,
- 🔸 De l'hydrodynamique : Eaux assez calmes du côté lagon, très agitées pour la crête récifale à faible profondeur,
- 🔸 De l'ensoleillement : Important sur la zone du platier ou à faible profondeur,
- 🔸 De la température : Elevée et variable dans le lagon, plus stable et modérée vers la mer libre.

Chaque biotope peut être aussi décomposé lui-même en différentes parties :

- 🔸 La zone proche de la surface du tombant externe ou crête récifale du récif frangeant n'a pas les mêmes conditions d'environnement que la zone située au-dessous par 15 mètres de profondeur,
- 🔸 Le fond d'un lagon peut être sableux ou constitué de débris de coraux ou se prolonger par une mangrove, etc.

Ces zones de situations ou zonations définissent des petits écosystèmes abritant des espèces faune et flore aux exigences diverses. Avec sa petite taille un aquarium ne peut reproduire correctement qu'une partie d'un biotope naturel. Un bac refuge associé à un bac principal permet cependant de contourner cette loi. En faisant communiquer par un courant faible les deux bacs, l'aquarium principal pourra tirer bénéfice de la richesse écologique du bac refuge.

Un autre critère pour déterminer un biotope est la localisation géographique de la zone récifale. Cependant son importance est moindre, dans la mesure où on se limite à la zone tropicale où la composition, la température et la salinité de l'eau sont comparables. Il est bien sûr préférable de choisir des espèces provenant d'une même région.

La recherche de la reproduction d'un biotope précis pour son aquarium facilite le maintien des conditions optimales pour ses habitants. Les animaux sont soigneusement choisis pour correspondre à ce biotope, chacun ayant un rôle bénéfique pour l'ensemble. Le choix du matériel est aussi en partie conditionné par le milieu à reproduire dans l'aquarium. L'éclairage, le brassage, la méthode même sont directement liés au choix du biotope. Par exemple : Une technique Jaubert est bien plus adaptée à un aquarium reproduisant un lagon qu'à celui imitant un récif frangeant.

Le choix du débutant ne doit pas être esthétique mais faire appel à la raison. Un aquarium de type lagon ou pente interne est bien plus simple à réaliser qu'un récif frangeant ou un platier et les espèces animales spécifiques y sont également plus faciles à maintenir.

La sagesse conseille de commencer par un aquarium écotypique reproduisant une pente interne d'un récif coté lagon. Vous y placerez de préférence les animaux peuplant cette zone. Les conditions d'éclairage et de brassage sont moins difficiles à reproduire que celles de la crête récifale ou du platier. Les coraux mous seront l'essentiel de la population corallienne. Vous devrez essayer de reproduire la biocénose de ce système et de maintenir la meilleure biodiversité possible favorisant les niveaux trophiques inférieurs. En d'autres termes vous rechercherez à conserver plus de petits organismes producteurs et décomposeurs (microfaune, microflore) que de détritivores consommateurs (petits invertébrés) et encore moins de prédateurs (poissons).

Vous pouvez également tenter de monter un aquarium très spécialisé comme par exemple un herbier avec des hippocampes.

*** Essayer de reproduire un biotope précis (une zonation) simplifie la réalisation, guide vos choix et assure un développement harmonieux des différentes espèces présentes dans l'aquarium. Les espèces peuplant les lagons sont les plus résistantes en aquarium.**

Le matériel nécessaire pour la réalisation d'un aquarium marin reposant sur la méthode berlinoise

Le matériel listé dans ce manuel repose sur la méthode berlinoise adaptée pour un micro récif, c'est à dire un aquarium d'un volume net compris entre 100 et 300 litres.

Les pierres vivantes

Bien que naturelles et vivantes (comme leur nom l'indique), les pierres vivantes sont classées dans le matériel du fait de leur action capitale dans le système d'épuration. **Leur présence est indispensable dans ce type d'aquarium.**

La méthode berlinoise recommande de mettre 20 à 30% du poids du volume total du bac en pierres vivantes, c'est à dire en squelettes de coraux morts qui ont été immergés à faible profondeur et déjà colonisés par les algues et les micro-organismes marins.

Ce volume peut paraître trop important, au vu du coût, mais c'est une condition incontournable. Les pierres vivantes vont apporter une bonne partie de la biodiversité. Les micro-organismes minéralisateurs qu'elles abritent vont épurer biologiquement l'aquarium et par transformations successives recycler les déchets en composants non toxiques pour les animaux supérieurs.

La vie se cache à l'intérieur même des pierres et cette fonction de filtre n'est pas visible à l'œil nu. C'est la microfaune de détritivores et les différentes bactéries présentes à des niveaux de plus en plus profonds des anfractuosités des pierres qui réalisent cette filtration.

N'oubliez pas que cela fonctionne que si la capacité de recyclage (la masse de pierres vivantes) est supérieure à la charge organique (nutriments). Ce point a été détaillé dans le chapitre consacré au cycle de l'azote. Pour que le 'miracle' de la dénitrification puisse se faire, c'est à dire que les pierres hébergent quantité de bactéries anaérobies, celles-ci doivent être dures, poreuses en profondeur afin de favoriser les échanges progressifs entre les zones aérobies et celles anaérobies.

Pour cela les squelettes de coraux morts ayant été immergés en milieu naturel suffisamment longtemps pour être colonisés par la vie sont parfaits. Les morceaux doivent être ronds et d'épaisseur suffisante, soit 8 à 10 cm environ. Avec de trop petits débris, des pierres plates ou bien sans porosité ou bien encore friables cela *ne marche pas*. Et même si cela coûte plus cher (entre 8 et 16 euros le kilo) et vous prend un peu plus de temps à trouver, soyez exigeant dans votre choix, c'est essentiel pour la suite.

Pour réduire le coût du décor, il est possible d'ajouter aux pierres vivantes, des pierres 'mortes' destinées à êtreensemencées par les pierres vivantes. Le processus est cependant long et risqué. Des morceaux massifs de coraux morts sont relativement bien adaptés pour compléter les pierres vivantes mais leur exportation est très limitée et le coût proche de celui des véritables pierres vivantes. Le résultat est plus incertain et la meilleure solution est de disposer d'un budget suffisant pour réaliser l'intégralité du décor en pierres vivantes, dont certaines de très bonne qualité. Les meilleures provenances sont l'Indonésie et l'Océan Pacifique.

Autre intérêt des pierres vivantes, elles ont l'avantage de constituer un très beau décor naturel et apportent en plus de leur rôle biologique un réel intérêt esthétique et... quelquefois, vos premiers coraux et invertébrés même si ceux-ci sont encore invisibles lors de l'achat. Par exemple : *zoanthus*, *xénia*, *clavularia*, ...

L'eau doit circuler relativement librement autour des blocs et l'enfouissement dans le sable risque de poser un problème de pollution. Il est intéressant de construire un échafaudage supportant les pierres. Cet échafaudage à l'avantage :

- 🔧 De faciliter la maintenance (déplacement d'un bloc sans remettre en question l'ensemble du décor),
- 🔧 D'éviter un empilement instables des blocs,
- 🔧 D'isoler les blocs entre eux (limitation de l'envahissement par un corail trop expansif ou particulièrement agressif).

Une armature en verre collé ou en PVC de qualité alimentaire sert de base à cet échafaudage. Les blocs sont souvent percés et peuvent être raccordés entre eux ou sur l'échafaudage par des colliers en plastique ou des fils de Nylon, ce qui stabilise l'ensemble. Il est aussi possible de percer les pierres pour les fixer à un support.

Pour assurer la survie d'un maximum d'organismes vivants visibles ou invisibles, tous les moyens seront mis en œuvre dès l'introduction des pierres vivantes pour apporter les conditions nécessaires au maintien de la qualité de leur environnement : Ecumage, brassage, éclairage, poche de charbon actif, lutte contre les sédiments par siphonage ou filtration, etc. Voir le chapitre *Phase de démarrage* pour la préparation et l'installation des pierres vivantes.

✳ Les pierres vivantes sont la base du système d'autoépuration biologique de l'aquarium. Il est important de mettre la bonne quantité et qualité de pierres vivantes dès le démarrage de l'aquarium et d'offrir immédiatement un environnement favorable à la multiplication de la vie qu'elles contiennent.



7. Amphiprion Ocellaris à l'abri dans un sinularia



8. Une ophiure Ophioderma appressum, cachée dans une éponge
Pour vivre heureux, vivons cachés ! Offrez un environnement permettant aux animaux d'avoir une impression de sécurité.

L'écumeur

Son action joue un rôle essentiel dans la filtration du système berlinois. Il est chargé de l'épuration par extraction mécanique d'une partie des déchets polluants.

Le principe, complexe, fait appel aux propriétés physiques et chimiques des éléments. La mise en œuvre est en revanche très simple, elle consiste à générer une colonne de bulles d'air et de brasser énergiquement le mélange air/eau de façon à produire de l'écume. Il suffit alors de recueillir cette écume chargée d'éléments indésirables. Vider la coupelle de récupération permet de juger du travail accompli.

L'écumeur extrait activement de l'eau les acides aminés, protéines, la cellulose, les graisses, les composés phénoliques, les particules de sédiment en suspension. Mais aussi, et c'est moins bien, plancton, chlorophylle et oligo-éléments. Son efficacité est beaucoup plus limitée en ce qui concerne nitrates et phosphates. Les avantages sont quand même bien supérieurs aux inconvénients et lorsque l'on débute il ne faut pas se poser de questions :

✳ Un aquarium récifal respectant la méthode berlinoise utilise nécessairement un écumeur efficace et largement dimensionné.

L'action efficace, immédiate de l'écumeur est vitale au démarrage du bac car la filtration biologique par les pierres vivantes n'est pas encore complètement opérationnelle, puis, après maturation du bac, plus ponctuellement, en cas de surcharges organiques. Ainsi, il n'est pas rare de voir l'écumeur s'arrêter de produire de l'écume pendant quelques heures puis de redémarrer la production, cela en fonction de la qualité de l'eau et de sa composition.

Un bac nécessite environ 18 mois pour atteindre sa maturité, vous aurez donc tout le temps pour juger des avantages et inconvénients de votre écumeur. Il est très probable que vous le conserverez.

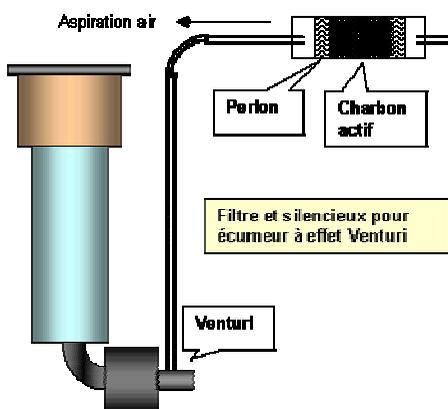
Les écumeurs les plus simples utilisent un compresseur d'air externe et un diffuseur. Le mouvement de l'eau et le brassage air/eau se fait par un exhausteur : Entraînement de l'eau par la colonne d'air générée par la pompe. Avec l'eau de mer le diffuseur d'air se colmate et il faut changer très souvent (pensez à l'inclure dans le budget entretien), cela peut même poser des problèmes lors des absences de quelques semaines. Ces petits modèles sont vraiment moins efficaces et ne sont conseillés que pour les nano ou pico récifs, aquariums très pauvres en nutriments ou *oligotrophes* n'abritant que peu d'invertébrés beaucoup moins pollués que les poissons. Les modèles à pompe à eau de forte puissance, aspirant l'air par effet Venturi⁷ sont plus efficaces et très conseillés pour un aquarium de plus de 100 litres. Ces modèles sont aussi plus simples à régler et à maintenir. La simplicité de mise en œuvre et la maintenance sont des paramètres à ne pas négliger.

Pour assurer la phase critique de démarrage ou faire face à l'imprévu, il est d'usage de surdimensionner l'écumeur et de prendre un modèle de capacité deux à trois fois supérieure aux caractéristiques du constructeur. Le dispersateur, roue à pointes, monté sur la roue de la pompe à eau à la sortie du venturi, augmente encore le rendement en mélangeant violemment l'eau et l'air. Dans un bac mature un bon modèle surdimensionné supportera d'être arrêté quelques heures par jour lors de l'introduction de plancton ou de fines particules nutritives pour en tirer le maximum de bénéfice.

L'écumeur sera avantageusement placé à l'extérieur de l'aquarium ou dans un bac de décantation. Si celui-ci est associé à un ensemble (dans un bac de décantation), il faut le placer en tête de filtration. La prise d'eau se fera de préférence en surface et le rejet dirigé vers le fond du bac. En effet l'eau de surface est chargée d'éléments de pollution qui seront efficacement écumés. En particulier, il est intéressant de capturer le film de protéines (voile gras) qui se forme en surface, visible si le brassage est insuffisant.

⁷ L'effet Venturi est un effet d'aspiration par un fluide en mouvement. Il suffit d'accélérer localement la vitesse du fluide par un rétrécissement pour créer une dépression.

Voici un montage très simple pour ajouter un filtre sur la prise d'air de l'écumeur. Une cartouche contient du perlon et du charbon actif. Cela diminue les bruits d'aspiration et surtout limite les risques de pollution par l'air. Ce système ne doit pas cependant perturber l'aspiration d'air pour ne pas modifier le réglage du constructeur.



9. Montage pour écumeur

Notez aussi que si l'écumeur est absent du système Jaubert, rien n'empêche d'en mettre un pendant la phase de démarrage pour soutenir l'action des pierres vivantes et la mise en route du sable vivant.

L'éclairage

Dans un aquarium récifal l'éclairage joue un rôle capital pour la flore et la survie des espèces héliophiles. La lumière permet la photosynthèse nécessaire aux algues et aux *zooxanthelles* (algues unicellulaires symbiotiques des coraux) et cela contribue activement à l'équilibre écologique de l'aquarium. C'est même le processus biologique fondateur. En ce qui concerne les coraux la qualité de l'éclairage est critique car c'est leur principale, voire unique, source de nourriture dans l'aquarium, et cela via leurs *zooxanthelles* symbiotiques. C'est l'éclairage qui nous permet de maintenir ces espèces.

Pour un aquariophile la lumière est simplement caractérisée par deux paramètres : L'éclairement et le spectre.

L'éclairement est la quantité de lumière exprimée en lux ou Lumens par m². Le ratio quantité de Lumens par Watt électrique donne l'efficacité lumineuse ou le rendement de la lampe.

Notre choix se limite à deux technologies :

- 🔌 Les tubes fluorescents T5 (petit diamètre) ou les T8,
- 🔌 Les lampes à vapeur d'halogénures métalliques HQI⁸.

Un tube fluorescent classique à un rendement de 60 lumens/Watt, une lampe HQI à un rendement de 80 lm/W ce qui est meilleur. Usuellement on recommande une puissance indiquée en Watt par litre ou en Watt par m², il faut donc majorer ces chiffres dans le cas de tubes fluorescents.

A son zénith le soleil émet 106 000 lumens/m² (106 000 lux) soit environ 1200 W/m². Si on moyenne pour une journée et que l'on tiens compte des nuages, il faut un éclairage fournissant environ 600 W/m² pendant 12 heures par jour pour reproduire les conditions naturelles. L'intensité est cependant à moduler en fonction du biotope que vous voulez reproduire et certains coraux ont heureusement des exigences plus modérées.

Le spectre lumineux correspond à la couleur de la lampe ou température, exprimé en degrés Kelvin (°K). Plus la couleur est chaude (vers le rouge) plus la température en degrés est basse.

Le soleil de midi a une température d'environ 5 000°K. Pour reproduire la dominante bleue des fonds marins, on recherche des lampes ou associations de lampes qui fournissent entre 6 500 et 15 000°K soit le spectre de lumière reçu entre 1 et 10 mètres de profondeur. 10 000°K est une bonne moyenne. Cette température peut être complétée par des tubes de température encore plus élevée (tubes fluorescents bleus ou supra actiniques) qui permettent aussi de simuler l'aube et le crépuscule et rendre ainsi les transitions lumineuses moins brusques. C'est aussi l'occasion de voir son aquarium sous un autre éclairage et la fluorescence des coraux ressort bien sous cette lumière.

⁸ Dans les lampes à vapeur d'halogénures métalliques, on obtient par addition d'iodures métalliques ou d'iodures de terres rares une amélioration remarquable de la couleur et une très haute efficacité lumineuse. Ces lampes à décharges nécessitent l'utilisation d'un montage transformateur ballast. *CF Fig. 51 Montages pour tubes fluorescents et HQI*

Les lampes HQI de plus de 15 000°K émettent des UV et il faut même placer sur certains modèles un filtre pour les atténuer. Normalement la vitre de protection du projecteur en verre résistant aux chocs thermiques suffit. Ces lampes vieillissent aussi plus rapidement et ont une dégradation rapide de leur spectre, la durée de vie d'une lampe 20 000°K est limitée à 8 mois. Les modèles classiques fluorescents T8 et HQI ont une durée de vie d'environ un an. Les tubes fluorescents T5 sont donnés par les constructeurs pour deux ans. Au-delà de cette durée leurs caractéristiques sont modifiées, même si cela n'est pas encore visible à l'œil nu. Il est alors temps de les changer. L'idéal est de faire un roulement pour ne pas changer toutes les lampes ensemble et ne pas trop modifier les conditions habituelles d'éclairage. Le nombre de cycles d'allumage extinction intervient aussi pour la durée de vie (1 cycle par jour).

★ L'éclairage permet la photosynthèse des végétaux. Cette fonction est indispensable à l'épuration biologique et est aussi source de nourriture pour les consommateurs primaires. La conservation des coraux rend obligatoire une excellente installation imitant les conditions naturelles.

Notre éclairage artificiel est en fait limité par :

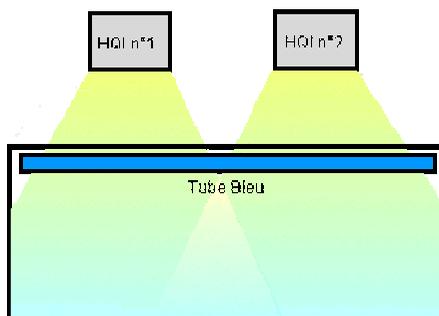
- ☞ La chaleur rayonnée des lampes, très pénalisante l'été si on ne possède pas de refroidisseur efficace,
- ☞ Le respect des cycles solaires jour/nuit de 12h/12h nécessaires aux animaux tropicaux,
- ☞ Et... Le coût de l'installation ainsi que celui de la consommation électrique !

Si la quantité de lumière peut être très importante, pratiquement sans aucun risque de surintensité (excepté les UV), il est quand même préférable de ne pas faire aux animaux des 'coups de soleil' en modifiant trop brutalement à la hausse une installation. Il faut habituer petit à petit les animaux aux changements, comme nous l'étés à la plage. C'est également vrai lors du remplacement annuel des lampes, du déplacement ou l'introduction de nouveaux spécimens de coraux issus d'une zone peu éclairée.

La technique consiste à augmenter, pendant quelques jours, la distance entre les lampes et la surface de l'eau et/ou de placer une vitre pour atténuer les UV et un trop fort rayonnement.

Une bonne solution consiste à combiner des lampes HQI 10 000°K à des tubes fluorescents supra actiniques qui renforcent les bleus. Cette solution remporte actuellement l'adhérence de la quasi unanimité des amateurs. De simples programmeurs journaliers pilotent la mise en marche des lampes reproduisant approximativement la marche du soleil et la progression de l'intensité lumineuse. Voici à titre d'exemple la programmation de 2 HQI et d'un tube actinique bleu pour un bac de 1m x 0,75m :

1. 08H00
Allumage tube bleu
2. 08H30
Allumage HQI n°1
3. 11H30
Allumage HQI n°2
4. 17H30
Extinction HQI n°1
5. 20H30
Extinction HQI n°2
6. 21H00
Extinction tube bleu



10. Rampe d'éclairage

Les lampes HQI sont placées à environ 35 cm de la surface de l'eau. Le nombre ou la puissance des lampes est fonction de la taille du bac. Les HQI sont disponibles en 150, 250 et 400 Watts. Avec plusieurs HQI combinés à des tubes fluo supra actiniques il est possible de reproduire un cycle solaire dont la puissance est proche des conditions naturelles d'ensoleillement soit 600W/m². L'idéal est de disposer de deux lampes comme sur le schéma ci-dessus. L'avantage est une meilleure répartition pour un bac rectangulaire, un élargissement du spectre (si les lampes sont différentes), une lampe encore fonctionnelle si une tombe en panne, moins de variation lors de l'échange si on procède alternativement.

L'éclairage basé sur des lampes HQI permet de conserver des coraux durs [scléroractiniaires] et d'autres animaux héliophiles comme, par exemple : Les bécotiers ou *Tridacna*.

L'alternative aux lampes HQI est l'éclairage fluorescent. En particulier les tubes T5⁹ de faible diamètre, de plus forte puissance et de meilleur rendement que les classiques T8¹⁰. Autre avantage, les T5 fonctionnent avec des ballasts électroniques à 30 kHz supprimant l'effet de clignotement à 100 Hz des tubes T8. Les ballasts électroniques ont aussi un bien meilleur rendement que les ballasts à selfs. Les tubes T5 existent dans les gammes de température de 10 000° K et sont parfaitement adaptés aux aquariums récifaux de faible hauteur d'eau contenant des coraux mous.

Vous pouvez aussi utiliser les tubes fluorescents T8 de différents types : Association de Daylight *Haut Rendement*, de Daylight *Haute Définition* et de tubes bleus *supra-actiniques* [appelés aussi *blue-moon*]. Ce type d'éclairage convient aux coraux mous les moins exigeants comme les *discosoma*. La règle est simple : Il faut mettre le maximum de tubes ! Avantage des tubes fluorescents : L'aquarium peut être recouvert par un miroir pour limiter l'évaporation, servir de réflecteur et de cache anti-poussière. Cela évite aussi d'avoir dans les yeux la lumière des lampes HQI, suspendues à 30 cm au-dessus de l'aquarium. Les animaux fugeurs sont également contenus dans le bac par le couvercle. La possibilité de placer plusieurs tubes différents permet d'élargir le spectre lumineux. Les ombres sont moins tranchées et l'éclairage plus diffus. Leur forme allongée se prête mieux aux aquariums en longueur. Les tubes 6500° ou 10 000° au format compacte G23¹¹ sont même utilisables par leur très petite taille (20 cm) sur les nano récifs.

En ce qui concerne les coûts, si le changement périodique des tubes est pris en compte, les T5 sont un peu plus économiques à l'achat que les HQI, cette différence n'est pas vraiment flagrante. Si le rendement et le coût de l'électricité sont pris en compte alors le résultat est identique. Et pour le dégagement calorifique, globalement c'est la même chose : Les Watts doivent être dissipés... D'ailleurs il faut inclure la ventilation dans la réflexion concernant la réalisation de la rampe d'éclairage, et prévoir l'été le refroidissement du bac.

⁹ T5 ou T16 : Tubes de diamètre 16 mm, le format de l'embase est de type G5 (FDH).

¹⁰ T8 ou T26 : Tubes de diamètre 26 mm, le format de l'embase est de type G13 (FD).

¹¹ G23 Format de l'embase fluocompacte. Attention, contrairement aux autres modèles de lampes fluocompactes, ces tubes ne sont pas dotés d'un ballast intégré mais seulement d'un starter (embase code TC-S / FSD).

Dans le bilan comparatif des tubes fluorescents T5 et des lampes HQI, l'avantage revient finalement aux lampes HQI qui sont actuellement la meilleure solution pour réaliser l'éclairage principal de l'aquarium récifal. Avec, en bonus, un résultat esthétiquement supérieur. Les tubes fluorescents supra actiniques ne serviront que de compléments pour le spectre bleu et pour assurer les transitions jour/nuit.

✳ Les lampes HQI sont actuellement la meilleure solution pour la réalisation de l'éclairage.

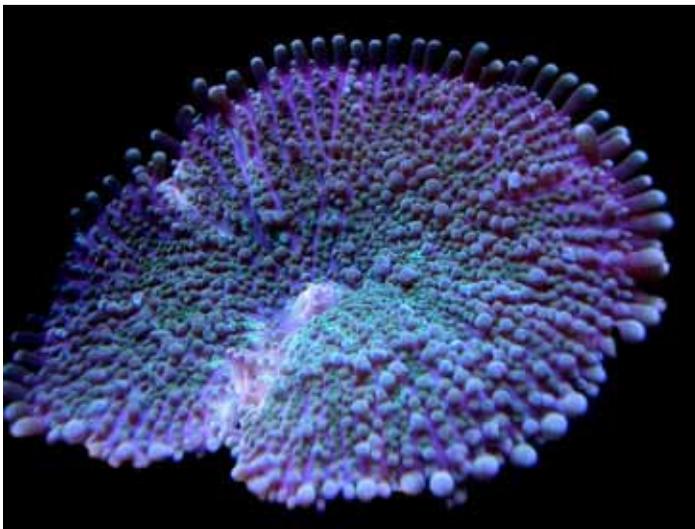
Un bac peu profond avec une hauteur d'eau maximale de 50 cm et le plus large possible est aussi très conseillé, celui-ci est en effet plus commode à éclairer. De plus l'échange air/eau est facilité par un meilleur ratio surface/volume.

En ce qui concerne la simulation des cycles lunaire, il ne faut pas essayer de les reproduire car il y a risque de pollution du bac si, par (mal)chance, vous réussissez la reproduction sexuée des coraux !



11. Aquarium sous éclairage supra actinique bleu

Un éclairage bleu supra actinique permet de simuler l'aube et le crépuscule. C'est un bon complément aux lampes HQI qui fournissent la plus grande partie de l'énergie lumineuse.



12. Ricordea sous éclairage supra actinique bleu



13. Clavularia sous éclairage supra actinique bleu

Les coraux à forte croissance comme les clavularia doivent être isolés pour ne pas coloniser tout l'aquarium. La solution consiste à maintenir une distance de sécurité entre les pierres vivantes pour que le corail ne 'saute' pas d'une pierre à l'autre.

Le brassage

Autre élément important, le brassage dans l'aquarium assure de multiples fonctions :

- ✚ Il réalise la dissolution de l'oxygène de l'air dans l'eau,
- ✚ Disperse les sédiments et autres particules, éliminés plus facilement par la filtration mécanique,
- ✚ Élimine le mucus sécrété par les coraux,
- ✚ Apporte l'oxygène et la nourriture nécessaires aux invertébrés fixés, à la microfaune, aux bactéries des pierres vivantes,
- ✚ Disperse le film de protéines de surface,
- ✚ Équilibre la température,
- ✚ Reproduit le mouvement naturel de l'eau. Etc.

Un bon brassage assure complètement l'oxygénation de l'eau et permet de s'affranchir totalement des diffuseurs alimentés par des compresseurs ou pompes à air. Voici quelques principes de base à la réalisation de votre installation :

Le nombre de pompes doit être en rapport avec le volume total de l'aquarium et le biotope reproduit. La puissance d'une pompe est indiquée en litres/heure. Il faut compter entre 10 et 40 fois le volume du bac brassé par heure en additionnant la capacité de toutes les pompes.

Un bac ayant un ratio profondeur/surface défavorable nécessite dans tous les cas un sérieux brassage pour éviter une concentration de gaz carbonique dans les couches profondes de l'eau. Vous constatez cette situation si le pH reste trop bas alors que la dureté de l'eau (dKH) est satisfaisante.

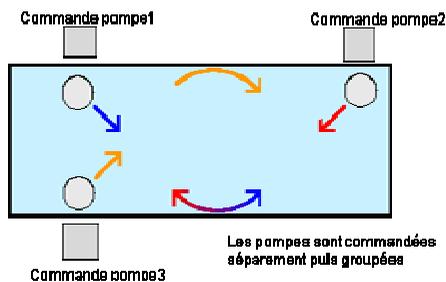
Les pompes seront placées à très faible profondeur pour améliorer les échanges gazeux et la dispersion du film de surface, les remous en surface doivent être même assez forts.

Certaines pompes sont prévues pour un montage en surface (accrochage par le rebord d'une paroi), ainsi le moteur est placé au-dessus de la surface, c'est bien car la chaleur n'est pas dissipée dans l'eau. D'ailleurs le fond de l'aquarium doit être moins énergiquement brassé surtout dans le cas d'un système Jaubert ou d'un lit de sable épais (DSB) pour ne pas déranger la microfaune benthique. Une petite exception, dans un bac très profond il est possible de placer une pompe au fond et diriger le jet vers la surface pour augmenter les échanges entre les couches basses et hautes.

Une pompe unique avec un violent jet directif est beaucoup moins efficace que plusieurs petites de moindre puissance. Cette pompe produit un courant laminaire ponctuel dirigé constamment dans le même sens et fini par provoquer une accumulation de sédiments dans un angle de l'aquarium.

Le flux sortant d'une pompe ne doit jamais frapper à courte distance les invertébrés fixés. Il faut un dégagement libre d'au moins 30 cm ou bien diriger le jet vers une vitre en biais pour générer un courant circulaire indirect. Il est donc préférable de disposer plusieurs pompes placées en sens opposé et les faire fonctionner en mode alterné puis groupé. Les configurations et effets sont ainsi multipliés. Avec 3 pompes cela fait déjà 8 possibilités. Les cycles sont séquencés par des programmeurs journaliers (solution économique), ou plus luxueusement par un séquenceur ou 'ordinateur'. Le but est de reproduire l'inversion des courants de marée ou la houle selon la durée des cycles. Il faut aussi faire aussi des périodes de flux turbulents. Pour inverser les courants, les pompes sont commandées séparément, l'eau tourne dans un sens, puis dans un autre. Pour créer des flux turbulents, plus ou moins aléatoires, elles sont commandées ensembles avec dans ce cas, un rendement hydrodynamique moins bon. Ainsi Les pompes placées en opposition en fonctionnement constant créent des flux aléatoires et atténuent l'effet de cisaillement des courants laminaires mais le montage est aussi moins inefficace au regard de l'énergie dépensée. Le brassage doit être suffisamment complexe ne laissant pas de 'zones d'ombre' où les déchets s'accumulent. Les sédiments et particules mis en suspension dans l'eau sont ainsi facilement récupérés par le système de filtration mécanique et ne participent pas à l'accumulation locale des toxines.

Dans le cas de volumes importants et d'un grand nombre de pompes, il est possible de faire fonctionner les pompes en les commandant par paire, par trois, etc. Tout en gardant le même principe : Inversion des courants reproduisant une marée ou le mouvement de la houle, entrecoupée de cycles de turbulences. Sur le schéma les pompes 2 et 3 peuvent être groupées car elles provoquent un courant inverse de la pompe 1.



14. Disposition des pompes de brassage

Avec un biotope de type platier, il est particulièrement intéressant de se rapprocher des cycles naturels et de simuler un brassage par vagues. Il suffit de commander une pompe pendant quelques secondes, puis de l'arrêter quelques secondes également, et de recommencer ce cycle. Attention cependant, toutes les pompes ne supportent pas de tels cycles. Il existe des modèles plus sophistiqués, (de la marque Tunze par exemple), qui peuvent être associés à un séquenceur et qui sont prévues pour un fonctionnement dans ce mode pulsé. Ces pompes ont un moteur *asynchrone*.

Les montages électroniques qui commandent les pompes toutes les 10 secondes risquent de faire une usure prématurée sur du matériel non adapté. C'est le cas avec les pompes à moteur *synchrone*. Il est assez facile de reconnaître une pompe synchrone : Le sens de rotation du rotor au démarrage n'est pas toujours le même et celle-ci fait un bruit pas très agréable à l'oreille un grincement de pignons, et on imagine facilement qu'il ne faut pas le répéter trop souvent ! Pour cette raison les montages pulsant pour moteur synchrone ne doivent que ralentir et non pas arrêter le moteur sous peine de casse rapide.

Le brassage d'un biotope de type lagon peut être reproduit économiquement en faisant des cycles de 15 minutes avec de simples programmateurs journaliers et cela même en utilisant les pompes synchrones (Maxijet). D'autres solutions ingénieuses existent pour recréer un mouvement de houle naturelle et réduire l'effet de jet : Remplissage d'un réservoir au-dessus de l'aquarium avec déverse soudaine toutes les dix secondes, achat de pompes 'intelligentes' gérant le mode pulsé ou encore pompes à large ouverture mais à faible vitesse de sortie qui n'ont pas l'inconvénient d'un jet violent et directif. Vous pouvez amoindrir l'effet de jet en diminuant la longueur du tube de sortie d'une pompe qui est toujours excessif. La nuit vous réduirez la force du brassage pour imiter l'accalmie nocturne du milieu naturel. Il est inutile d'utiliser le venturi proposé sur certaines pompes pour injecter de l'air, cela diminue l'efficacité du brassage et les bulles générées sont assez désagréables. Par contre ce venturi peut être utilisé pour l'injection des solutions en goutte à goutte avec forte dispersion comme le Kalkwasser. Voir le chapitre *Erreurs à ne pas commettre*.

Les pompes munies de compartiment de filtrage en plus de la crépine peuvent aussi servir de filtre occasionnel très efficace pour retirer les particules de sédiments en suspension (Hagen 802). Vous devrez suivre les recommandations d'entretien concernant les filtres externes et nettoyer très fréquemment le perlon ou autres masses filtrantes pour que la filtration fonctionne uniquement en mode mécanique. Dans tous les cas vous devez toujours équiper les pompes d'une crépine pour éviter une aspiration accidentelle d'un animal. Et bien sur, prévoir leur nettoyage périodique. Pour faciliter toutes les opérations de maintenance et de nettoyage n'enfouissez pas les pompes dans le décor. Un interrupteur général, qui permet de couper temporairement toutes les pompes de brassage, est bien pratique lors des opérations de maintenance ou de distribution de nourriture.

*** Vous devrez faire preuve d'ingéniosité pour la réalisation d'un brassage efficace pour la sédimentation, correspondant au biotope que vous recréez et aux nécessités biologiques et cela tout en facilitant l'entretien du matériel.**



15. Gorgone, *Gorgonia ventalina*

Les gorgones non symbiotiques (sans zooxanthelles) ont besoin de nourritures planctoniques. Leur conservation est problématique et le mieux est de les laisser dans la nature.

Le substrat

L'avis des amateurs est partagé concernant l'utilisation et l'utilité d'un substrat dans un système berlinois. Pour certains c'est un piège à sédiments et à phosphates vous rendant l'entretien de l'aquarium difficile.

Mais pour les autres c'est un remarquable abri pour la macrofaune et la microfaune benthique, qui apporte en plus une fonction de dénitrification efficace et complémentaire des pierres vivantes surtout si l'épaisseur est suffisante. C'est aussi un réservoir de calcium et de carbonate qui peut être exploité par une dissolution lente sous l'effet de l'acide carbonique. L'aspect esthétique et naturel du sable est également à prendre en considération. En fait tout dépend du biotope que l'on veut reproduire et de l'option retenue : Aquarium 'lagon' ou le 'tombant' du récif.

Le sable calcaire pour aquarium marin est proposé sous forme d'aragonite ou de calcite, c'est à dire corail concassé.

Le sable de corail de bonne qualité contient peu de phosphates. La granulométrie doit être variable de 2 à 5 mm. Il ne faut pas prendre du sable de plage, de quartz ou de silice. Il vaut mieux ne rien mettre qu'utiliser un substrat inadapté. Un assez mince lit de sable de corail de 2 à 3 cm, sans commune mesure avec l'épaisseur nécessaire pour un bac fonctionnant selon la méthode Jaubert ou DSB, a un effet bénéfique pour l'ensemble de la faune et l'équilibre de l'aquarium.

Avec la méthode berlinoise, le substrat n'est pas indispensable et peut être totalement absent. Dans ce cas l'aquarium est un *bare bottom*, aquarium à fond nu, qui reproduit le récif frangeant ou le platier. Celui-ci a pour avantage de faciliter l'entretien, sans risque de largage des phosphates accumulés dans les sédiments et cela offre la possibilité d'utilisation de pompes de brassage de très forte puissance.

Avec une solution DSB ou avec le système Jaubert, le problème ne se pose pas car le substrat est la base de la filtration au même titre que les pierres vivantes. Il sert de support à la microfaune et aux bactéries assurant le retraitement des déchets. Il est alors indispensable de bien respecter la granulométrie et l'épaisseur ad hoc de sable, soit environ 8 à 10 cm avec une grille placée à mi hauteur empêchant les espèces fouisseuses de perturber les zones profondes où logent les bactéries dénitrifiantes. La méthode Jaubert nécessite en plus la présence du 'plénum', couche d'eau confinée sous sable permettant l'équilibrage du taux d'oxygène dans la couche basse, zone en quasi anaérobiose ou hypoxique. *Voir le chapitre consacré au Cycle de l'azote.*

Dans un aquarium équilibré pourvu d'une bonne biodiversité il est remarquable de constater que le sable de corail blanc reste... blanc. Cela même après une longue période. Cela prouve l'efficacité de la microfaune.

*** Outre son aspect esthétique, un substrat de bonne qualité sert de support de développement à la microfaune et macrofaune benthique. Son usage comporte cependant un risque de stockage des sédiments et de particules phosphatées.**

La climatisation

Le chauffage

Un chauffage d'appoint doit garantir une température minimale de 20/23°C la nuit. En appartement 1W pour 5 litres d'eau suffit largement. Pour calculer le chauffage nécessaire tenez compte de la puissance dissipée par les pompes et par l'éclairage. Généralement la dissipation thermique de ce matériel suffit, surtout si l'aquarium est maintenu dans une pièce tempérée. Cependant si la pièce est fraîche en hivers une résistance de chauffage peut s'avérer nécessaire. Pour contourner les risques de panne ou de dérèglement, deux petits thermoplongeurs sont préférables à un unique de puissance double.

Attention : Ne jamais sortir de l'eau un élément de chauffage branché, si celui-ci est replongé dans l'eau il y a risque de casse du verre par choc thermique et d'électrocution ! Coupez toujours l'alimentation secteur avant une intervention. Vu les risques de pannes et les dangers d'électrocution, si vous pouvez vous passer de résistance de chauffage ce n'est que mieux.

Le refroidissement

La surchauffe a un effet beaucoup dévastateur que le froid. Une température de 30°C est excessive, 32°C une limite à ne pas franchir.

Pour lutter contre l'élévation de température nous disposons d'une solution très efficace. Un simple ventilateur peut faire l'affaire, ceux fonctionnant en 12 Volts continu basse tension des ordinateurs conviennent parfaitement, il est très facile d'obtenir -3°C par rapport à la température ambiante. Il suffit de diriger le flux d'air tangentiellement à la surface de l'eau pour favoriser l'évaporation¹². Une solution silencieuse : Le ventilateur 12 Volts est alimenté par une source de tension réglable de 3 à 12 Volts CC ajustée en fonction du besoin. Ce type d'alimentation générique est disponible sous forme de bloc surmoulé.

¹² Lorsque la pression partielle d'un corps est inférieure à la pression de vapeur saturante (par exemple si l'on souffle sur sa soupe), la phase liquide se vaporise et donc le nombre d'entités quittant la phase liquide est plus important que le nombre de celles qui arrivent. Or ce sont les molécules les plus agitées (les plus chaudes) qui s'échappent préférentiellement

Une bonne ventilation disperse aussi l'air chauffé par les lampes de la rampe d'éclairage qui chauffe malgré tout par rayonnement. Un grand nombre de pompes de brassage tend aussi à chauffer l'eau (tous les Watts des moteurs sont finalement transformés en calories). Il est intéressant de disposer de modèles (pompes, écumeur) dont le moteur est placé à l'extérieur de la cuve.

La ventilation peut être mise en continu l'été. Elle est pilotée en même temps que l'éclairage pour combattre la principale source de chaleur ou, mieux encore, asservie par un thermostat mesurant la température de l'eau.

✳ S'il est facile de chauffer, il faut être prêt à refroidir l'été dès que la température dépasse 28/30°C dans l'aquarium, sous peine de perdre tous les animaux en un seul jour ! Prévoir un ventilateur en très basse tension 12 Volts favorisant l'évaporation est un minimum.

Il faut faire attention avec ce montage car le ventilateur n'est pas prévu pour tomber dans l'eau ! Prenez toutes les précautions nécessaires pour que cela n'arrive jamais et utilisez toujours un disjoncteur différentiel 30 mA pour votre installation électrique. *Se référer au chapitre consacré à la sécurité électrique.*

L'inconvénient de la ventilation forcée est l'évaporation importante du bac qu'il faut compenser par de l'eau osmosée, en évitant soigneusement les variations trop brusques de densité. Un aquarium évapore entre 1 et 2 litres d'eau douce par jour et par tranche de 100 litres, il faut y penser, surtout pour les absences prolongées. L'utilisation d'un osmomètre qui compense automatiquement le niveau est alors la solution idéale. *Voir le chapitre Automatismes et Petit matériel.* L'effet d'évaporation intensif peut être aussi recherché pour faire un ajout supplémentaire de calcium sous forme de Kalkwasser. *Voir le chapitre Ajout d'additifs.*

de la phase liquide. Lors de l'évaporation on a donc un abaissement de la température de la phase liquide.

Une pièce climatisée, un climatiseur à l'usage de l'aquarium, ou un refroidisseur à bière, sont des solutions plus sûres et très efficaces mais aussi plus onéreuses et quelquefois bruyantes.

Le crainte de dépasser 30°C pendant les congés d'été, fait qu'il est sage de disposer au minimum d'un refroidisseur à ventilateurs fonctionnant en même temps que l'éclairage principal, de fermer les volets de la pièce où se situe l'aquarium pour le protéger du soleil et même de placer la pièce dans l'obscurité pour décaler les cycles jour/nuit de l'éclairage, la nuit étant plus fraîche que le jour.

Filtre externe

Le filtre externe est un auxiliaire facultatif qui aide à retirer mécaniquement une partie des sédiments et des déchets. De la mousse de perlon suffit pour ce type de filtration car ce n'est pas un traitement biologique qui est recherché mais simplement un piège à particules.

Le filtre externe peut servir également pour placer du charbon actif, moyen de lutte très efficace en cas de coloration ou de pollution de l'eau. Cela peut être aussi une résine pour capturer les nitrates ou les phosphates, etc.

Le filtre doit naturellement fonctionner 24H/24 mais il peut aussi être mis en service que pendant de courtes périodes ou son action est souhaitée. Par exemple : Une semaine par mois avec du charbon actif, une journée par semaine après avoir brassé énergiquement les sédiments. Bien entendu le filtre est mis hors service et à sec pendant les périodes d'inactivités et non pas seulement arrêté.

Le filtre externe est parfois critiqué par les aquariophiles car il ne fait pas partie des éléments nécessaires à l'application de la méthode berlinoise. Il est effectivement possible de s'en passer si on dispose d'une bonne décantation. *CF Schéma d'aquarium N°2.*

Malgré ces remarques le filtre externe rend service, surtout pendant la phase de démarrage. Il suffit de prendre soin de le nettoyer avant transformation par les bactéries des déchets capturés. Cela arrive seulement si les charges filtrantes sont laissées plus d'une semaine sans nettoyage.

En effet si les bactéries nitrifiantes se développent et ont le temps de démarrer le cycle de l'azote, il y a un rejet massif de nitrates dans l'aquarium et, dans ce cas, risque que le cycle ne puisse pas être bouclé. Cet excès de nitrates déséquilibrera le filtre biologique des pierres vivantes (ou du sable vivant) et ne pourra pas être absorbé.

A l'inverse un filtre très régulièrement nettoyé, le plus souvent possible, évite l'accumulation des sédiments dans l'aquarium surtout si vous n'avez pas de décantation. Il perturbe moins l'épuration obtenue avec les pierres vivantes que les filtres biologiques nitrificateurs de type bio-balles, ou sous-gravier produisant énormément de nitrates et utilisés dans les aquariums Fish Only.

Vider et nettoyer le filtre très régulièrement oblige à faire, par la même occasion, un changement partiel d'eau, significatif dans un volume réduit, ce qui est plutôt une bonne chose.

✳ En l'absence d'un bac de décantation efficace, un filtre externe régulièrement entretenu permet d'assurer la filtration mécanique et facilite la mise en place temporaire de charbon actif.

Autres équipements

Appareils de mesure

Le **densimètre** permet d'évaluer la salinité. Les modèles en verre sont fragiles mais aussi très fiables, simples à utiliser et suffisamment précis. Le problème est l'étalonnage de l'appareil qui a été fait soit à 25°C (parfait pour notre utilisation) soit à 20°C pour certains modèles d'importation. Il faut apporter une petite correction. *CF. Valeurs moyennes.*

Les densimètres à aiguille sont compensés en température mais sont moins fiables et peuvent être sources d'erreur.

Sans être vraiment indispensable, un réfractomètre ou un conductimètre simplifie la mesure de la densité.

L'incontournable **thermomètre** mesure la température. Le thermomètre doit être toujours visible vous permettant de contrôler la température d'un coup d'œil. Si vous optez pour un modèle en verre, attention à la casse dans le bac !

Il faut aussi les **kits de mesure** indispensables pour contrôler les paramètres de l'eau :

-  Acidité (pH),
-  Dureté (dKH),
-  Calcium (Ca).

Si vous avez les moyens financiers un pH-mètre électronique facilite énormément la mesure du pH. Grâce à une électrode en platine il est possible de faire avec cet appareil la mesure du redox.

Les kits utiles (facultatifs sauf en cas de problème) :

-  Nitrites,
-  Nitrates,
-  Phosphates.

Pour toutes les mesures se référer au chapitre valeurs moyennes.

Pesage

Une balance de ménage d'assez bonne précision (1g) est indispensable pour la pesée du sel et des différentes préparations, surtout si vous les achetez en pharmacie et les dosez vous-même.



16. *Xenia* sp. 'pumping'



17. *Ricordea florida*

Préparations pour la correction et le maintien des paramètres physico-chimiques

Les additifs indispensables :

- ☞ Sel synthétique acheté prêt à l'usage en aquariophilie,
- ☞ Hydroxyde de calcium également appelée *eau de chaux* ou *Kalkwasser* ou encore *lime water*,
- ☞ Buffer. C'est en fait un mélange d'hydrogénocarbonate de sodium (bicarbonate de sodium), de carbonate de sodium et borate de sodium,

Les additifs facultatifs :

- ☞ Chlorure de calcium utilisé en cas de forte carence en calcium, pour remonter rapidement le taux
- ☞ Chlorure de strontium si vous conservez des coraux durs,
- ☞ Iodure de potassium
- ☞ Lugol dans le cas d'une forte concentration de coraux mous, attention faire un très faible dosage de ce produit,

L'ajout d'additifs peut se faire soit simplement en goutte à goutte après dilution dans un flacon avec un simple robinet de réglage, soit avec un matériel plus sophistiqué : Pompe péristaltique par exemple. Pour les ajouts de calcium il est possible d'utiliser un Réacteur A Calcaire (RAC) ou un Réacteur A Hydroxyde de calcium (RAH). Les chapitres suivants reviennent sur le rôle des différentes préparations et leurs utilisations.

Automatismes et petits matériels

Des programmeurs journaliers pilotent l'éclairage, le brassage et même la ventilation. Il faut choisir des modèles très simples ne risquant pas de se déprogrammer en cas de petite coupure de courant. Les horloges mécaniques sont finalement préférables aux modèles électroniques bons marchés qui ont un fonctionnement parfois aléatoire.

Il faut disposer d'eau parfaitement contrôlée pour le remplissage et tous les ajouts d'eau dans l'aquarium. Un **osmoseur** vous permet de fabriquer une eau de bonne qualité à partir de l'eau du robinet. C'est évidemment un bon investissement si vous ne disposez pas d'eau de source sans nitrates. Un osmoseur bien entretenu retire 80 / 90% des nitrates et des phosphates et 100% du chlore. L'inconvénient d'un osmoseur est la faible minéralisation de l'eau obtenue et un bac de très faible volume peut être complété avec de l'eau minérale en bouteille destinée à la consommation. Dans ce cas le choix portera sur une marque contenant un faible taux de nitrates et un fort taux de minéralisation (calcium, magnésium, carbonates). Le prix est en conséquence et n'est acceptable qu'avec les aquariums de très petit volume. L'objectif : *Très peu de phosphates, pas beaucoup plus de nitrates... et si possible une forte minéralisation.*

L'**osmolateur** (à ne pas confondre avec l'osmoseur vu précédemment) automatise en permanence le remplissage de l'aquarium pour compenser l'évaporation. C'est pratique et même indispensable pendant les congés. Ce système évite les variations rapides de densité. La constitution d'une importante réserve d'eau osmosée est une sage précaution, le volume doit être suffisant pour assurer une autonomie de trois à quatre semaines, soit environ de 30 à 50 litres pour un aquarium de 100 litres. Cette réserve sert aussi à fabriquer rapidement de l'eau salée si un remplacement en urgence s'avérait indispensable.

Le stérilisateur à tubes UV. Ce matériel est utilisé pour les éliminer les parasites. Il détruit aussi d'autres organismes utiles (bien que la faune pélagique, zooplancton et phytoplancton soit très peu présente dans un aquarium). Les UV ne seront mis en œuvre qu'en cas de problèmes avérés de parasites. L'usage préventif d'un filtre à tubes UV est cependant conseillé dans un aquarium de type Fish Only.

Autres ustensiles : Les pincettes en plastique sont pratiques pour les petites manipulations dans l'aquarium. Un aimant grattoir étanche (pour l'oxydation) aide au nettoyage des vitres. Une carte de crédit périmée avec la puce (contacts en cuivre) supprimée en coupant au bon endroit fonctionne aussi très bien et enlève même les algues calcaires corallines. Prenez garde de ne pas rayer les vitres en les nettoyant.

La sécurité électrique

Une attention particulière doit être portée à l'installation électrique. Un disjoncteur (ou interrupteur) différentiel 30 mA, de type identique à celui utilisé pour la protection des salles d'eau, doit impérativement être câblé sur l'installation électrique de l'aquarium. La terre de protection doit être de bonne qualité (inférieure à 100 Ohms mesurée avec un ohmmètre de terre). **Consultez un électricien si vous avez un doute sur la qualité de votre installation électrique.**

✳ Eau salée + électricité = DANGER

Tous les raccordements, disjoncteurs, prises, programmateurs, ballasts, etc. seront placés sur un tableau électrique et mis à l'abri dans un coffret étanche, les fils sortant par des presses étoupes (passages étanches). Toutes les parties électriques sensibles sont ainsi à l'abri des projections accidentelles d'eau. Attention cependant à l'échauffement des ballasts dans une boîte non ventilée. Les boîtes étanches, panneaux, programmateurs et interrupteurs différentiels se trouvent facilement au rayon électricité des magasins de bricolage. La boîte de raccordement électrique permettra le pilotage individuel de chaque élément en position : *ARRET*, *MARCHE* ou *Programmation* (si l'élément est programmable) avec un voyant de contrôle et un disjoncteur pour chacun. Prévoyez un nombre suffisant de prises pour éviter d'avoir recours aux multiprises.

Il est recommandé de toujours débrancher l'installation électrique avant de mettre les mains dans l'eau et d'avoir le réflexe de déclencher le disjoncteur électrique à la moindre fuite d'eau avant tout autre action.

Mettre l'aquarium à la terre avant une intervention permet de se protéger d'une éventuelle fuite de courant en déclenchant l'interrupteur différentiel. Il suffit de plonger dans l'eau une tige conductrice en métal neutre reliée à la terre électrique, par exemple un rayon de vélo en titane. Coupez-le pendant les absences prolongées pour éviter une coupure de courant intempestive et définitive mettant fin à votre aventure récifale.

Les pompes et les équipements destinés à être immergés doivent être conformes aux normes de sécurité électrique. Le marquage CE est indispensable, l'indice de résistance à l'humidité est au minimum IP67. Les équipements sont correctement entretenus et changés dès qu'ils présentent des signes d'usure ou de vieillissement : Oxydation, fils électriques perdant leur souplesse, etc. La rampe d'éclairage est particulièrement exposée, n'hésitez pas à changer les pièces défectueuses : Embouts étanches, joints du projecteur, ...

Avec les Watts dégagés par l'équipement, il est facile de se passer de la résistance de chauffage. Il est ainsi possible de réduire les risques d'électrocution.

Verre = Fragile = Risque de casse dans le bac.

En ce qui concerne les bricolages maison, comme par exemple la ventilation utilisée pour le refroidissement : Il faut utiliser une alimentation très basse tension 12 Volts continu.

La basse tension est sans danger pour les risques d'électrocutions si elle est isolée du 220 Volts, ce qui est généralement le cas avec les transformateurs surmoulés.



18. *Sarcophyton*

La décantation

La décantation est un aquarium annexe servant, notamment, à piéger les sédiments.

La réalisation d'une décantation mérite autant de réflexions que l'aquarium principal. Et son raccordement avec le bac, un art (pour éviter le bruit désagréable de la descente, pour garantir le non désamorçage du siphon, etc.).

Généralement la décantation est un bac de 50 à 200 litres placé sous l'aquarium principal et raccordé à celui-ci par une surverse (prise de l'eau de surface de l'aquarium principal au travers d'un peigne). Le retour d'eau se fait par une pompe puissante placée dans la décantation. Il faut prévoir un volume suffisant dans la décantation pour accepter l'arrêt de la pompe de refoulement et aussi pour l'aquarium dans le cas inverse ou la descente serait obstruée. Le brassage de l'aquarium principal permet de mettre en mouvement les sédiments qui sont ensuite piégés en se déposant dans la décantation par un cheminement d'eau plus calme. Il ne reste plus qu'à les siphonner. *CF plan aquarium numéro 2.*

Voici quelques avantages et bienfaits d'une décantation :

- Elle permet de cacher tous les appareils techniques (écumeur, chauffage, RAC/RAH, charbon actif, etc.),
- Elle augmente le volume global, donc la stabilité de l'aquarium,
- Elle capte le film gras de surface par la surverse qui est traité par l'écumeur et piège les sédiments,
- Les opérations d'ajouts d'additifs et de maintenance sont facilitées et sécurisées car ceux-ci ne se font pas directement dans l'aquarium,
- Elle peut contenir la réserve d'eau douce et le système osmolateur,
- Vous pouvez y créer une zone refuge si vous l'éclairiez celle-ci apporte le bénéfice d'augmenter la biodiversité. Ou bien encore un filtre à algues ou boues. *CF. Refuge.*

Le refuge

Le refuge est aussi un autre aquarium auxiliaire de l'aquarium principal. Son rôle est de créer un biotope riche en flore et en microfaune protégé des prédateurs du bac principal.

Les algues supérieures peuvent être maintenues dans une zone où elles sont les bienvenues car elles ne concurrencent pas le territoire des coraux et où l'aspect esthétique est moins préoccupant. A l'abri du refuge elles ne sont pas décimées par les poissons herbivores. Leur élagage permet d'extraire nitrates et phosphates et occasionnellement servir de nourriture aux herbivores du bac principal.

Dans le refuge la hauteur d'eau sera faible, due en partie à l'épaisseur assez importante du sable de corail dans un tel bac. Un éclairage à base d'un tube fluorescent T5 est suffisant si l'éclairage de l'aquarium principal ne suffit pas.

La connexion avec le bac principal se fait par un échange réduit d'eau via une pompe de faible puissance. Comptez environ, une fois le volume par heure. La pompe puise l'eau de l'aquarium principal, le retour se faisant simplement par un trop plein. Le refuge est, pour cela, placé à même hauteur ou un peu au-dessus de l'aquarium principal. Le brassage étant réduit, le substrat pose moins de problème et la microfaune moins dérangée par le courant. Une autre solution consiste à placer le refuge dans une partie de l'aquarium principal. *CF plan aquarium numéro 1.*

Le refuge peut servir également à placer les éventuels prédateurs de coraux, indésirables dans l'aquarium mais tout de même précieux détritivores ou bien encore servir d'aquarium d'isolement temporaire (pour une convalescence).

*** Le bac refuge participe activement au système d'autoépuration biologique, il apporte aussi un complément nutritionnel non négligeable. Comme le bac de décantation, son volume augmente la stabilité de l'aquarium principal.**



19. *Sarcophyton* sp.



20. *Zoanthus*, *Parazoanthus*

Les zoanthaires sont des anémones coloniales faciles à maintenir en aquarium, elles ne nourrissent de leurs algues symbiotiques.

Trouvez le bon emplacement

Un autre paramètre, connu de tous les passionnés, est à prendre en considération : Le *WAC* ou *CAF Coefficient d'Acceptation Féminine* que je préfère traduire plus largement par *Coefficient d'Acceptation Familial*. Pour augmenter ce paramètre au maximum placer l'aquarium dans un lieu où celui-ci ne sera pas sources de nuisances : Bruit des pompes, petits dégâts dus aux manipulations d'eau, éventuelles odeurs de l'écumeur, lumières parasites, etc.

Prévoyez un support adapté au poids très important de l'aquarium (environ deux fois son volume) qui facilitera les opérations de maintenance. Un aquarium de grand volume nécessite même des précautions pour son placement dans l'appartement, le poids pouvant être excessif par rapport aux critères normaux du bâtiment. L'idéal est d'avoir un accès sur trois cotés de l'aquarium. La décantation est placée généralement sous l'aquarium principal, elle doit être très accessible pour toutes les opérations de maintenance. Les produits additifs sont toxiques et devront être hors de portée des jeunes enfants dans des rangements fermés à clé. L'installation électrique nécessite également un accès sécurisé. Le coupe-circuit général doit être très accessible.

Pensez que les lampes HQI dissipent ponctuellement beaucoup de chaleur, et qu'il vaut mieux prévoir un dégagement au-dessus du bac et même une ventilation. Attention à la lumière gênante des lampes HQI qui seront placées au-dessus du bac à environ 35 cm et allumées 12h/jour. Pour votre confort, je vous conseille de faire des essais de simulation. Un bandeau placé autour de l'aquarium élimine ce problème et protège les poissons sauteurs (amphiprions) d'une chute fatale hors de l'aquarium.

L'évaporation va produire naturellement de l'humidité qui se condensera sur les parties froides de la pièce en hiver, aussi le local doit être correctement ventilé. Si la pièce est déjà humide ce n'est peut être pas le bon choix.

Et si un aquarium récifal en pleine forme est un spectacle magique, la phase de démarrage, qui dure six mois environ, n'offre pas vraiment une décoration digne de votre salon.

Vous devez protéger l'aquarium :

- 🚫 Des pollutions domestiques :
- 🚫 Insecticides,
- 🚫 Aérosols divers,
- 🚫 Parfums,
- 🚫 Bougies,
- 🚫 Cigarettes,
- 🚫 Peintures toxiques (anti-mousses, anti-humidité,...),
- 🚫 Vapeurs de cuisine,
- 🚫 Poussières,
- 🚫 Des sources de bruits et de vibrations,
- 🚫 Des rayons directs du soleil. Il ne faut pas choisir une exposition sud ou trop ensoleillée risquant une surchauffe de l'aquarium en été.

L'aquarium

Conséquence des exigences définies précédemment, l'aquarium aura toutes les caractéristiques souhaitées pour s'intégrer à l'emplacement que vous avez choisi et celles assurant toutes les spécificités retenues : Raccordement à un bac de décantation ou/et bac refuge, taille des tubes fluorescents ou nombre de lampes HQI, implantation des pompes de brassage, de l'écumeur, etc. Inspirez-vous des réalisations d'autres amateurs et de celles proposées au chapitre suivant. En ce qui concerne les dimensions, essayez d'avoir le meilleur ratio surface/volume possible afin de faciliter les échanges gazeux et l'éclairage. Donc une faible hauteur d'eau pour une bonne largeur et longueur. Une hauteur d'eau de 50 cm est un maximum (encore moins si le volume est réduit).

Il est tentant de recycler un aquarium prévu pour de l'eau douce mais ce n'est pas une bonne idée. Sa forme allongée ne se prête pas à un usage récifal et il est difficile d'y ajouter un bac auxiliaire, refuge ou une décantation. La rampe d'éclairage, le filtre, etc. sont aussi complètement à revoir.

La meilleure solution reste de le réaliser soi-même ou de le faire fabriquer selon ses plans. Si vous avez un raccordement à bac annexe, le plus simple est de faire percer la face inférieure par le professionnel qui fait la découpe du verre et la préparation des arêtes. Percer le fond du bac dans un angle. *CF. Schéma installation numéro 2.* Le perçage est fait avant le collage. Même pour un petit aquarium, le verre aura une épaisseur minimale de 10 mm. Toutes les opérations d'assemblage à la colle silicone pourront être faites par un bricoleur.

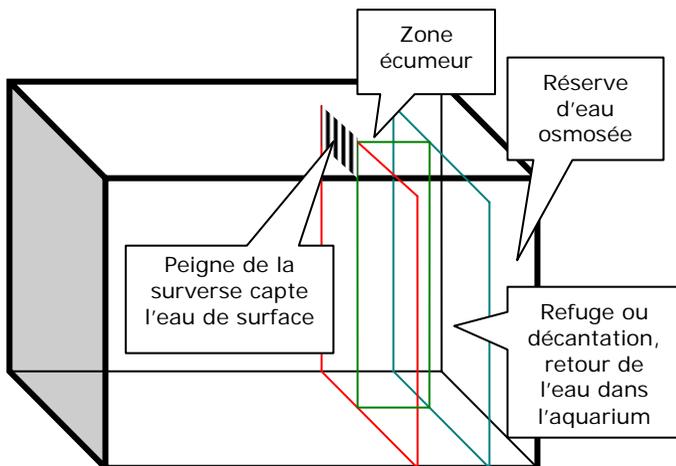
Il reste à placer et fixer tous les éléments en réfléchissant à l'efficacité, la facilité de l'entretien, la fiabilité et la solidité de l'installation. Les délais de démarrage puis de maturité de l'aquarium font que celle-ci est faite pour durer de nombreuses années, aussi une préparation réfléchie de quelques semaines sera largement amortie par la suite.

Pour tous les achats vous devrez sélectionner soigneusement un revendeur. Pour le 'vivant' seuls ceux passionnés par leur métier peuvent proposer des animaux en bonne santé. Vérifiez leur réputation sur les forums Internet. Pensez également au matériel d'occasion qui permet de bonnes opportunités. Vous en trouverez sur les sites web ou newsgroups spécialisés. Un rappel : Pas de concession sur la qualité et l'adaptation du matériel à votre aquarium : Ecumeur, éclairage, pierres vivantes, brassage. C'est dès le *début* que le bac a besoin de matériel performant.



Installations types

Exemple d'aquarium compact



21. Schéma d'aquarium compact

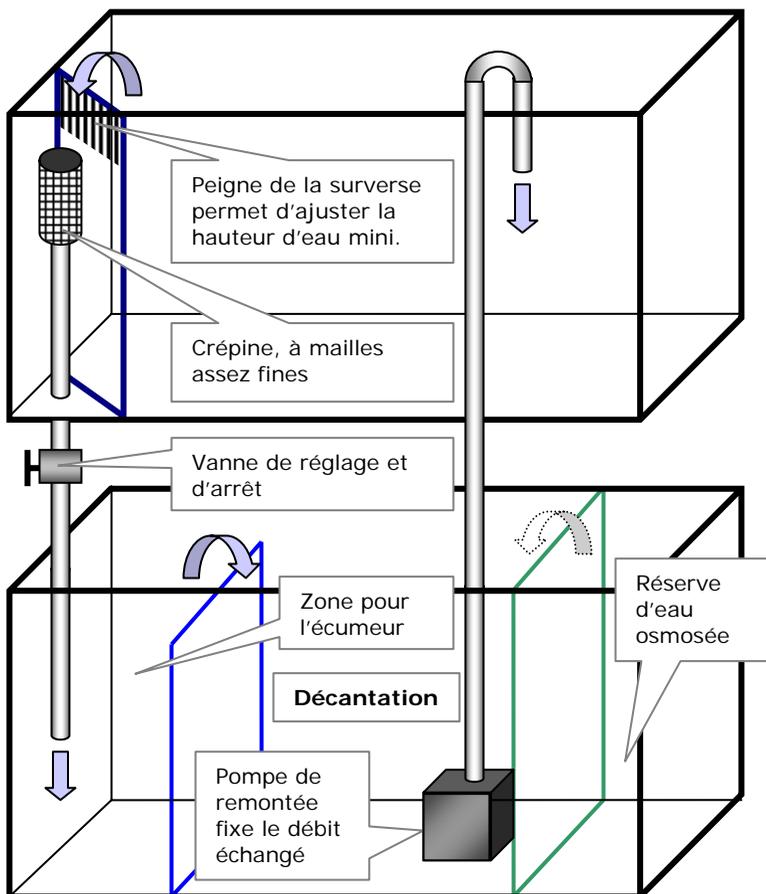
Outre son prix, l'avantage du modèle compact est la sécurité de sa cuve qui est uniquement compartimentée et sans perçage. D'autre part, la lampe HQI éclaire la zone de décantation que l'on peut ainsi traiter en zone refuge.

Pour un tel bac les dimensions seront modestes :

- 🔧 Hauteur totale 40 cm (hauteur eau 35 cm),
- 🔧 Profondeur 50 cm (aquarium) + 15 cm (refuge et écumeur) + 10 cm (réserve d'eau osmosée) = 75 cm.
- 🔧 Longueur 100 cm soit un volume total de 260 litres mais seulement 170 litres pour l'aquarium principal.

L'eau arrive par un peigne dans le compartiment écumeur. L'écumeur déverse l'eau écumée dans la zone refuge ou décantation, celle-ci retourne par un trop plein situé dans l'angle opposé au peigne dans l'aquarium. La réserve d'eau osmosée de 35 litres ajuste, via une pompe commandée par un capteur (osmolateur), le niveau d'eau dans l'aquarium.

Exemple d'aquarium avec décantation



22. Schéma d'aquarium avec décantation

L'installation est plus complexe mais présente l'avantage de dissimuler totalement l'aspect technique. Un bac auxiliaire est placé sous l'aquarium. L'eau est aspirée par la surverse (peigne) puis conduite vers l'écumeur par un tuyau muni d'une crépine traversant le fond de l'aquarium. L'écumeur déverse dans la décantation et l'eau est remontée par une puissante pompe de refoulement. La réserve d'eau ajuste le niveau dans la décantation via un capteur et une pompe.

La phase de démarrage, les six premiers mois de l'aquarium récifal

Le matériel est prêt. Vous êtes certainement pressés de passer à l'action, mais la plus grande patience va vous être nécessaire pour démarrer correctement votre bac.

Cette fameuse phase de démarrage est une étape clé pour la réussite de votre projet. Le bac doit mûrir pour atteindre son équilibre biologique. Des montées de nitrites (NO₂) puis de nitrates (NO₃) devront être graduellement absorbées. Puis les cyanobactéries (algues gluantes) et les algues inférieures (filamenteuses) cèderont peu à peu la place aux algues supérieures. Les animaux devront s'installer et leur population croître progressivement, des plus petits aux plus grands. Vous devrez accompagner ces transformations en effectuant les modifications utiles en temps voulu. Les divers animaux que vous introduirez auront un rôle bénéfique, une tâche à accomplir, pour rendre l'ensemble homogène, sain et durable et constituer ainsi un petit écosystème aussi stable que possible.

Voici les étapes principales du démarrage de l'aquarium :

Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Phase	1		2					3			4			5			6			7				
Etapes	Mise en eau		Mise en place des pierres vivantes					Décor définitif			Premiers détritivores			Premiers Invertébrés crevettes,			Introduction des coraux mous			Introduction des poissons				
Conditions pour l'étape suivante	Matériel T° et densité		Régression des nitrates, fin de la sédimentation des PV. Le milieu est devenu sain					Dev. de la micro-faune			Régression algues inférieures			Apparition algues corallines			Maîtrise des paramètres physico-chimiques			Stabilité long terme avant l'introduction des coraux durs				

Encore une fois PATIENCE ! Les délais indiqués pourront être allongés sans aucun inconvénient en fonction de vos observations et de l'évolution biologique naturelle. En revanche je vous déconseille fortement de procéder plus rapidement, un aquarium se bâtit sur une maturité biologique qu'il est impossible d'accélérer.

Franchir les différentes étapes :

1. TO Mise place du sable calcaire (propre) dans un coin de l'aquarium en laissant une bonne pente ou bien placez-le dans des bacs plastiques de façon à faire une zone à nue permettant de siphonner facilement les futurs sédiments rejetés par les pierres vivantes. Vous mettrez le sable à plat plus tard. Le sable doit être constitué *uniquement* par du corail concassé d'excellente qualité, de préférence un mélange d'aragonite et de calcite. Le sable de nos pages, ou de rivière ne convient pas.

Si vous êtes sûr de l'étanchéité de l'aquarium et de l'installation (disposition des pompes, etc.), remplissage direct à partir d'eau osmosée, sinon faites un essai préalable avec de l'eau du robinet.

Il est inutile de trop remplir, tenez compte du volume des futures pierres vivantes et du décor. Normalement un remplissage aux 3/4 suffit mais il faut en préparer un peu plus pour le futur nettoyage des pierres vivantes. Utilisez de l'eau osmosée ou de l'eau de source de bonne qualité car il est nécessaire de garantir dès à présent un taux de phosphates et de nitrates le plus bas possible.

Nota : Les phosphates introduits dans l'aquarium sont extrêmement difficiles à extraire. Ils sont responsables, même à faible taux de croissance d'algues indésirables et à plus hautes doses deviennent toxiques pour les invertébrés.

Si votre eau est particulièrement acide (avec une très faible minéralisation) il peut être intéressant d'ajouter un *buffer* pour *durcir* votre eau (Buffer = mélange de bicarbonate de sodium, carbonate de sodium et borate de sodium. Voir le chapitre *Additifs*). De 5 à 10 grammes de ce buffer pour 100 litres devraient suffire. Vous lancez le brassage pendant 24h avant de contrôler le pH. Lorsque celui-ci atteint 7 vous pouvez continuer l'étape suivante.

Vous pouvez aussi procéder ultérieurement à l'ajustage de la dureté (et éventuellement du magnésium) après ajout du sel et stabilisation des paramètres physico chimiques.

Ajout du sel synthétique. Un sel pauvre en oligo-éléments et en calcium convient parfaitement (Par exemple : Le sel Instant Ocean). Il faut viser une densité de 1023 à 25°C soit environ 37,5 g de sel par litre d'eau douce. *CF Additifs et dosage*. L'eau de mer naturelle est généralement de qualité inférieure à cause de la pollution due aux nitrates et phosphates agricoles, il suffit de constater les magnifiques croissances d'algues vertes sur les plages bretonnes... Cependant si vous avez la chance de disposer d'eau de mer de bonne qualité, (après test des nitrates/phosphates) vous pouvez, bien sur, l'utiliser.

Mise en place, si vous en avez, des pierres mortes de votre décor. Autant vérifier le plus tôt possible leur neutralité chimique et biologique. Ces pierres sont destinées à être colonisées et rendues vivantes par contact avec les pierres vivantes. Ce procédé n'est cependant pas garanti. Vous les choisirez de préférence calcaires et poreuses (multiples alvéoles). Les coraux morts ou les pierres calcaires présentant ces caractéristiques, prélevées sur le littoral semblent être, à mon avis, la moins mauvaise alternative (attention à la législation concernant le prélèvement en milieu naturel). Cependant si votre budget vous le permet, faites tout le décor en pierres vivantes, cela est vraiment préférable. Le délai de mise en service de l'aquarium est raccourci avec un équilibre plus rapidement atteint, et cela sans les mauvaises surprises : Pierres polluées, présence de métaux, libération d'éléments chimiques, efficacité relative des pierres pour la dénitratisation...

Mettre en marche l'écumeur et les pompes de brassage. L'écumeur n'écume normalement rien mais sert à brasser et oxygéner l'eau (pas de panique donc s'il n'écume pas, c'est normal).

Il est inutile d'ajouter une quelconque préparation destinée à ensemercer l'eau, les pierres vivantes vont s'en charger. L'aquarium est laissé simplement dans cet état au minimum pendant deux semaines. Cette phase préparatoire vieillit l'eau et vous permet de tester le bon fonctionnement du matériel : Ecumeur, brassage, éclairage et vous permet la prise en main du kit de mesure : densité, pH, dKH, Mg.

Continuez aussi à potasser la technique...



23. *Lysmata Amboinensis*



24. *Lysmata Wurdemanni*

*Dans un aquarium récifal les crevettes *Lysmata Amboinensis* et *Lysmata Wurdemanni* sont très appréciées pour leurs nombreuses qualités.*

2. T0+2 semaines Etape importante. Ajoutez toutes les pierres vivantes en une fois. Vous aurez choisis les pierres non préparées et le plus riche en vie possible. Ne négligez pas l'importance de la qualité des pierres vivantes. Celles-ci doivent être des débris coralliens durs et poreux recouverts d'algues corallines roses ou rouges. Achetez des pierres non conditionnées, moins chères, plus garnies mais aussi plus 'sales'. Ayez la patience d'attendre un nouvel arrivage prometteur plutôt que de démarrer avec une mauvaise base. Ces pierres non conditionnées sont parfaites pour la phase de démarrage mais déconseillées en ajout ultérieur car l'équilibre biologique est fortement perturbé. Si vous ajoutez ultérieurement des pierres il faut utiliser des pierres conditionnées ou issues d'un autre bac installé. Attention, n'achetez pas des pierres conditionnées si vous détectez la présence d'*aiptasia* ou de planaires. *CF Photos 49 et 50.*

Je ne suis pas partisan d'un trop fort nettoyage des pierres et de la suppression systématiques des *indésirables*. Avec eux partent aussi une partie de la biodiversité. Il y a quand même quelques exception et de véritables calamités, comme par exemple : La redoutable crevette Mante *Odontodactylus*.

Il faut reconnaître que souvent nous jugeons sur son apparence l'utilité ou non d'un animal, or ce principe est totalement subjectif, une vilaine bête nous est parfois bien utile. Que cela ne vous empêche pas de nettoyer les pierres avec une brosse douce et avec l'eau salée du bac pour supprimer tout débris susceptible de pourrir. Les pierres sont bien inspectées. Les algues et éponges douteuses sont taillées court, toute source d'odeur suspecte ôtée. Les éponges ayant voyagé à sec, ce qui est généralement le cas lors du transport des pierres vivantes, sont condamnées à mourir. Il faut en conséquence enlever la plus grande partie, avec un peu de chance elles repousseront. Si vous n'êtes pas certain d'identifier les sources de problèmes, vous pouvez opter pour l'achat de pierres préparées (lavées) par votre revendeur.

Les pierres sont orientées de façon à exposer de nouveau à la lumière la face qui a déjà été exposée au soleil.

Malgré la vitalité des animaux et des plantes qui habitent les pierres vivantes, les conditions de voyage ont été rudes, ce qui fait que de nombreux organismes sont morts et que la charge de pollution dans l'aquarium va dépasser rapidement la capacité d'épuration biologique. Heureusement nous avons un écumeur puissant pour épurer le milieu. Et, il ne faut pas vous soucier des nitrites et des nitrates, pas encore...

A partir de maintenant mise en marche de l'éclairage du bac pendant 12H/jour. L'option "*ne pas éclairer pour ne pas favoriser l'apparition d'algues*" ne me semble pas très raisonnable. En effet, les algues prolifèrent à cause des nutriments en excès (eutrophisation), il faut absorber ces nutriments le plus rapidement possible et l'éclairage, favorisant la croissance des algues inférieures, fait partie de notre arsenal. Dans cette phase, il faut voir ces algues comme des alliées, elles régresseront naturellement lorsque les nutriments dangereux seront consommés. De plus le manque de lumière risque de tuer de précieux organismes qui ne paraîtront peut être plus dans l'aquarium.

L'écumeur participe activement à l'épuration et doit normalement retirer une écume et un liquide brun/verdâtre (malodorant), cela prouve qu'il est bien réglé et efficace. Pendant cette phase critique les pierres vivantes sont ainsi aidées par l'écumeur, vous les aidez également en éliminant par siphonage le maximum de déchets. Les algues inférieures sont aussi régulièrement enlevées, les filamenteuses peuvent être arrachées à l'aide une brosse à dent. Le perlou du filtre externe est nettoyé tous les deux jours, voir plus si les sédiments rejetés par les pierres sont importants. Un brassage énergique est utile pour décoller les déchets quelques heures avant un nettoyage du filtre. Si cela l'exige, les pierres sont retirées pour enlever plus facilement les sédiments et déchets. Une poche de charbon actif est placée soit dans le filtre soit dans la décantation, elle est changée chaque semaine.

Un renouvellement partiel de l'eau est aussi conseillé, par exemple 5% du volume toutes les semaines et même plus. Si vous siphonnez régulièrement les sédiments et les dépôts cela devrait suffire.

En cas de cyanobactéries (qui ont l'apparence d'algues gluantes) ou de planaires (qui comme le nom le laisse présager sont de petites bêtes plates ressemblant à des feuilles mortes de 2-3 mm assez inoffensives mais se multipliant rapidement *Voir la photo 50*), il est préférable de siphonner régulièrement et d'enlever le maximum avant une prolifération qui risque d'être difficilement contrôlable.

Les nitrites, remplacés bientôt par les nitrates vont grimper, pas d'inquiétude, la vie doit se développer pendant un minimum de 6 semaines pour absorber le pic de nitrates et la réduction des nutriments excédentaires.

Si la flore et la faune s'installent et que le milieu semble sain (avec l'aide d'un bon écumeur), tout va bien, il suffit d'attendre tranquillement, pendant 6 à 8 semaines ou plus, que la microfaune se développe avec, comme conséquence, la régression naturelle des nitrates dévorés par les algues et par nos petites bêtes.

Si cependant cela ne semble pas être le cas, inspectez les pierres une à une et chercher une cause de pollution. Et si à la fin des 8 semaines, il n'y a pas d'amélioration sensible, il faudra procéder à un changement important de l'eau, filtrer sur charbon actif de bonne qualité, mesurer les paramètres physico-chimiques nitrites/nitrates/phosphates et vérifier les points suivants :

- 👉 L'écumeur est-il efficace et bien réglé ?
- 👉 L'eau de remplissage est-elle de qualité suffisante ?
- 👉 Une plante, un animal est-il mort entraînant une pollution ?
- 👉 Le problème est-il dû à une ou plusieurs pierres vivantes mal nettoyées ou de qualité douteuse ?
- 👉 La sédimentation résiduelle est-elle excessive ?
- 👉 La quantité de pierres vivantes est-elle suffisante ?
- 👉 Le substrat est-il exempt de phosphates ?
- 👉 Le charbon actif est-il exempt de phosphates ?



25. *Chiton Acanthopleura granulata*



26. Oursin *Echinometra mathaei*

Les chitons et les oursins sont en général de bons herbivores, brouteurs à l'occasion d'algues calcaires (corallines). Leur introduction dans l'aquarium n'est pas à faire avant que les algues ne soient présentes en quantité suffisante. Pour les oursins, préférez ceux à piquants courts causant moins de problèmes et aussi moins dangereux que les oursins diadèmes.

3. T0+8 semaines Vous pouvez maintenant mettre le décor définitivement en place : Agencer les pierres vivantes et aplanir le sable.

Les animaux fouisseurs peuvent déstabiliser les pierres en creusant. Celles-ci doivent reposer directement sur le fond du bac ou sur un support et non pas sur une couche de sable. Évitez un empilage instable. Les pierres peuvent être collées (avec de la résine époxy en pâte à 2 composants) ou bien attachées entre elles par des colliers en plastique. La meilleure solution est de faire un échafaudage ou une série d'étagères en tubes, plaques de PVC ou en verre. Cette ossature du décor ne fera pas d'emprise sur le fond tout en laissant l'eau circuler et permettra de placer de façon stable toutes les pierres. Les pierres ne seront pas mises en contact les une avec les autres pour éviter des colonisations et permettre leur retrait sans bouleverser tout le montage. Ne sous-estimez pas la force de terrassier des bernards l'ermite, oursins et consorts, faites solide. L'échafaudage ou les PV serviront aussi de support aux futurs coraux qui seront achetés fixés eux-mêmes sur des petites pierres.

Les pierres sont placées de façon à ce que l'eau et les futurs poissons puissent circuler autour, à faire un maximum de cachettes, d'abris, de passages, pour compenser la petitesse de l'aquarium et permettre aux poissons d'échapper à leurs poursuivants ou se cacher et d'évacuer le stress. La disposition interne est autant significative sur le confort de vie des poissons que la taille du bac. Pour leur bien-être, les animaux territoriaux doivent pouvoir se fixer une *zone de sécurité*. De bonnes cachettes permettent de réduire la taille de cette bulle de protection. Bien entendu, même avec de nombreuses cachettes il ne faut pas placer dans le même aquarium des poissons pouvant être en compétition.

Tout ce montage doit approcher de la surface en ménageant des places libres, stables et bien éclairées pour pouvoir y placer ultérieurement les coraux. Vous pouvez même suspendre par des fils de Nylon accrochés aux renforts supérieurs du bac une partie des pierres situées en haut et qui sont heureusement percées de trous.

Cette phase intermédiaire est mise à profit pour vous apprendre à maintenir la température et la densité de l'eau à des valeurs correctes ($T=25/26^{\circ}\text{C}$ - $d=1023 \pm 2$). Notez que la mesure de la densité est variable en fonction de la température *CF Valeurs moyennes*. Aussi essayez de faire cette mesure à température constante (25° ou 26° Celsius est parfait) et surtout pas de changement brutal de salinité : Un ajustement doit toujours fait progressivement.

Avec les pierres vivantes, vous pouvez avoir la chance de voir pousser des *Xenia*, des *Zoanthus*, des *Caulerpa*, apparaître des vers tubicoles, des gammars, des amphipodes, etc. Les quelques crabes et autres vers, qui sont parfois classés un peu vite indésirables se tiennent généralement correctement et participent au recyclage des déchets. Il ne faut pas les juger sur leur vilaine apparence. La beauté et l'utilité sont deux critères forts différents, et pour la stabilité et l'équilibre écologique de notre aquarium mieux vaut privilégier l'intérêt à l'esthétique.



27. Bernard l'ermite, *Calcinus tibecan*

Les herbivores et les détritivores ont un rôle essentiel dans ce type d'aquarium. Le BH à l'avantage d'être un animal utile et sympathique.



28. *Trochus*

Astrea et trochus sont de petits gastéropodes en forme de cône. Les astrea sont plus petits et plus vifs que les trochus lents et maladroits. Il est conseillé d'en mettre entre 10 et 20 par tranche de 100 litres. Les turbo sont plus gros (3 à 5 cm), un ou deux spécimens suffiront.

4. T0+10 semaines Introduction en quantité très limitée des premiers crustacés et gastéropodes résistants. Ceux-ci vont participer à une maturation plus rapide du bac. Les boutiques spécialisées les proposent en kit : *Astraea*, *Trochus*, *Turbo*, *bernard-l'ermite*, *ophiures*. Ce sont des herbivores (alguivores) et des détritivores, auxiliaires efficaces qui vont nous aider à contrôler la croissance des algues, nettoyer puis entretenir l'aquarium. Le milieu doit leur permettre de survivre, les nitrates ont baissés et un début de chaîne alimentaire c'est mis en place : Microflore, algues inférieures puis supérieures, vers, petits crustacés, etc. Ne prenez pas le risque d'introduire trop d'animaux en une fois. Si ceux-ci venaient à mourir la pollution résultante pourrait être fatale pour l'ensemble du bac. Si vous achetez un 'kit', essayez de négocier plusieurs lots.

Bien qu'il soit préférable de choisir des animaux tropicaux, le bernard l'ermite de la côte méditerranéenne *clibanarius misanthropus* s'accommode tant bien que mal à la vie en aquarium.

Autre animal de nos régions capable de s'adapter aux conditions de l'aquarium, la Gibbule *Gibbula umbilicalis*, petit mollusque brouteur à coquille à stries longitudinales pourvue de nacre à l'intérieur. Appelé aussi 'faux bigorneau'. NB. Le véritable bigorneau meurt rapidement en captivité.



Gibbule

Il faut maintenant attendre la régression puis la disparition des algues inférieures. Les algues supérieures (par exemple les *caulerpa*) plus lentes à démarrer vont rapidement les concurrencer et gagner du terrain, laissez-les pousser. Si elles sont absentes vous pouvez en acheter. Un excellent signe est l'apparition d'algues corallines roses ou rouges sur les vitres, pompes, etc. Cette phase peut être longue, soyez toujours patient, les algues indésirables finiront par régresser et disparaître, les corallines par pousser, ce bio indicateur annonce que le milieu devient sain par réduction progressive des nutriments excédentaires.

5. T0+13 semaines Le bac est en eau depuis environ 12 à 16 semaines (peut être plus...), les algues corallines poussent maintenant un peu partout. Les nutriments en excès ont été absorbés, les nitrates ont chuté. Pour préparer l'étape suivante il est maintenant nécessaire de contrôler sérieusement quelques paramètres physico-chimiques : salinité, dureté, pH. La tendance est tout autant importante que la valeur absolue.



29. *Caulerpa prolifera* algue se propageant rapidement par stolons

Les algues de la famille des caulerpa poussent facilement dans un aquarium. Elles peuvent avoir des feuilles lisses (prolifera), finement découpées (taxifolia) ou bien en forme de grappes (racemosa).

Aidez-vous du *Tableau de maintenance* pour noter les résultats de vos mesures. Vous ajouterez en cas de besoin :

- 📌 Du sel complet pour maintenir la salinité à 1023. Un sel riche en calcium, magnésium et oligo-éléments convient maintenant, (qualité '*reef*', par exemple le sel '*Reef cristal*' d'*Aquarium Systems* ou '*Pro Reef*' de *Topic Marin*).
- 📌 Un mélange de bicarbonate de sodium, carbonate de sodium et borate de sodium appelé *buffer* ou *tampon*. Voir Le chapitre *Ajout d'additifs*. Le buffer est ajouté pour maintenir une dureté entre 6° et 10° dKH (8° est bien) et par conséquent contenir les baisses de pH dans des limites acceptables. Notez que le pH varie naturellement du fait de l'activité photosynthétique des plantes et zooxanthelles pendant la journée. Une variation de 0,2 à 0,6 peut-être encore considérée comme normale, par exemple 7.8 le matin et 8.4 le soir *CF Variations du pH*. Un dKH élevé permet aussi l'élaboration de squelettes ou coquilles en calcaire par les organismes vivants en apportant la part carbonate.

Bien sûr le renouvellement mensuel d'eau de 10% à 20% est maintenu, au début mieux vaut assurer. Lorsque le bac sera mature 10% pourront suffire. Vous continuez l'introduction progressive des gastéropodes et petits crustacés herbivores comme les bernards l'ermite.

Si tout va bien, vous pouvez introduire des invertébrés un peu plus fragiles comme les utiles crevettes :

- 📌 *Lysmata Amboinensis*. Cette jolie crevette est parfaite pour un aquarium récifal. Elle est de plus bien acceptée et même attendue par les poissons. En effet elle retire leurs parasites, en particulier les 'points blancs' (*Ichthyophthirius*) le stress de l'introduction dans le bac déclenchant parfois une éruption.
- 📌 *Lysmata Wurdemanni* discrètes mais efficaces si vous avez des anémones *Aiptasia* risquant d'envahir le bac.
- 📌 Les petites crevettes grises de nos régions *Crangon Crangon* qui se comportent plutôt bien dans un aquarium récifal (évitiez-les cependant si vous avez des *Tridacna*).

Vous devrez commencer à nourrir ces animaux avec des nourritures adaptées. *CF Chapitre Maintenance*.

Evitez d'acheter des animaux non adaptés à l'aquarium d'un débutant. L'inadéquation peut être le fait des difficultés pour apporter les soins appropriés ou bien de l'inadaptation de l'animal à un petit bac récifal. Il est inutile d'acheter un spécimen s'il est destiné à mourir en quelques mois ou s'il met en péril la stabilité de l'aquarium. N'achetez pas :

- ✘ Les poissons ou invertébrés se nourrissant de fines particules, zooplancton, phytoplancton. Ils sont excessivement difficiles à nourrir, l'aquarium ne fournit naturellement pas de quoi subvenir à leur besoin. C'est le cas des coraux sans zooxanthelles symbiotiques, des filtreurs tels que les sabelles, les gorgones, etc.
- ✘ Les poissons ou invertébrés associables ou s'attaquant aux coraux. Les crevettes *Stenopus Hispidus* crevette barbier, *Rhynchocinetes uritai* crevettes à bosses ou crevettes danseuses, les poissons balistes, etc.
- ✘ Les poissons ou invertébrés trop grands pour la taille de l'aquarium : Holothurie, les porcelaines, d'une manière générale tous les poissons dépassant dix centimètres.
- ✘ Les poissons ou invertébrés urticants, dangereux lors des manipulations : Oursins diadème, *pterois*, etc.



30. *Stenopus Hispidus*

6. T0+16 semaines Tout vous semble correct, les algues inférieures vous laissent tranquille et ont heureusement (presque) disparues. Les algues corallines apparaissent un peu partout.

Vous pouvez enfin vous offrir vos premiers coraux mous (alcyonaires) choisis parmi les plus résistants : *Sarcophyton*, *sinularia*, *lobophyton*, *discosoma* (*actinodiscus*), *ricordea*, *rhodactis*, *zoanthus*, *parazoanthus*, *clavularia*, *pachiclavularia*, *xenia*. Ce sont les coraux mous que l'on trouve le plus fréquemment chez les revendeurs¹³. Ces coraux hébergent des zooxanthelles source de leur nourriture en aquarium. Le choix est déjà vaste et magnifique. Essayez de reproduire un biotope naturel, les différents animaux auront ainsi les mêmes besoins.

Introduire les spécimens un par un tout en espaçant les achats de plusieurs semaines et en vérifiant que le spécimen introduit supporte son transfert et commence sa croissance dans l'aquarium. Il faut choisir les coraux (comme le reste) de façon réfléchie selon un plan établi et non pas impulsivement dans la boutique du revendeur. Vous devez connaître leurs conditions de vie avant de les introduire dans l'aquarium. L'idéal est d'obtenir des boutures d'autres amateurs. Il est remarquable de constater la croissance, parfois spectaculaire, des boutures, généralement meilleure que celle les coraux d'exportation. Les boutures de coraux mous seront coincées entre deux pierres ou attachés avec de la bande téflon (utilisée en plomberie), les coraux plus durs peuvent être collés avec des pâtes époxy ou maintenus avec du fil nylon.

La quantité de lumière nécessaire ainsi que la force du brassage sont des paramètres déterminant l'emplacement des différentes colonies de coraux dans l'aquarium. Les coraux vont normalement prospérer et s'étendre (*clavularia*). Ceux-ci vont alors se concurrencer. Il est nécessaire de prévoir dès le départ des distances suffisantes entre les colonies. Généralement lorsque deux types de coraux sont en contact, un des deux fini par mourir. Si une espèce régresse, essayez de la changer de place, mais n'insistez pas, si elle ne se plaît pas dans votre aquarium n'en n'introduisez pas de nouveau.

¹³ Vérifiez que votre achat est conforme à La Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées d'Extinction (CITES)

Dès à présent, il est nécessaire de surveiller et de noter les paramètres physico-chimiques plus régulièrement :

- 🔧 Salinité,
- 🔧 Dureté,
- 🔧 Calcium,
- 🔧 pH.

Reportez-vous aux chapitres consacrés à la Maintenance ainsi qu'à celui des Valeurs moyennes des paramètres.

Pour les maintenir à des taux acceptables, faites alternativement des ajouts :

- 🔧 Si le dKH reste en dessous de 6° : De solutions *buffer*.
- 🔧 Si le taux de calcium est inférieur à 350 mg/l : De *Kalkwasser* (injection d'une solution d'hydroxyde de calcium, technique mise au point par Peter Wilkens). Si le taux ne peut être maintenu ainsi, par du chlorure de calcium ou encore par des solutions bi-composants. *CF. Ajout d'aditif*s. Le taux de calcium est ainsi peu à peu remonté jusqu'à être supérieur à 400 mg/l. Les ajouts de *Kalkwasser* correctement réalisés ont également l'avantage d'augmenter le pH, de générer des carbonates et d'absorber les phosphates. La limite d'utilisation du *Kalkwasser* est la quantité d'eau douce introduite qui ne peut pas excéder celle évaporée. *CF. RAC ou RAH*
- 🔧 Si vous conservez un grand nombre de coraux mous : D'iode pour éviter d'éventuelles carences. Iodure de potassium concentré à 5%, 0.5ml pour 100 litres et du lugol concentré à 5%, 1 goutte suffit pour 100 litres.

Reportez-vous au chapitre consacré à l'utilisation des additifs.

Les ajouts sont justifiés car ces substances sont transformées du fait du faible volume l'aquarium. Entre autres, le calcium et les carbonates sont consommés par les organismes réalisant une structure (squelette) en calcaire (CaCO_3 = carbonate de calcium, calcite ou aragonite) y compris certaines algues.

L'iode et le strontium, favorisant la croissance des coraux, disparaissent naturellement au bout de quelques jours, aussi en partie extraits par l'écumeur et le charbon actif.

Remarques concernant les paramètres physico-chimiques :

La lutte pour le maintient à des valeurs hautes de pH (entre 8 et 8.4) ne doit pas être uniquement chimique. En effet si le pH a trop tendance à chuter malgré un dHK supérieur à 7, la cause est très probablement d'origine organique (production d'acides carbonique et nitrique) ou bien par un manque d'oxygène dans les couches basses d'un aquarium trop profond. Dans ce cas la hausse du pH passe par une meilleure hygiène : Siphonage de la sédimentation et des déchets, changements partiels de l'eau, un meilleur écumage et une amélioration du brassage plutôt que par une compensation chimique et l'ajout de solutions basiques.

Il est inutile d'intervenir brutalement et de faire de brusques variations si malgré de mauvais résultats de tests tout semble correct dans l'aquarium. Vous n'intervenez raisonnablement que si la tendance est à la dégradation ou bien que les animaux soient visiblement stressés. Contentez-vous de compensations progressives par petites doses et jugez toujours des résultats obtenus avant de continuer. Mettez aussi en doute vos tests car certains kits sont peu précis ou se dégradent dans le temps. L'idéal est de faire une contre-mesure avec un appareil de laboratoire. Votre revendeur ou un ami aquariophile, peut éventuellement vous aider à faire cette contre-mesure.

7. T0+20 semaines Ultime étape en l'absence de coraux délicats : L'ajout des poissons. Les coraux durs [*Scléactiniaires*] exigeant une qualité d'eau supérieure et une solide expérience de votre part seront introduits plus tard, dans un an, dix huit mois, rien ne presse...

La taille adulte, le nombre, le comportement, la niche écologique des poissons doivent être en rapport avec la taille, l'aménagement du bac et... votre inexpérience.

On fixe généralement à 1cm pour 4 litres la quantité maximale en taille de poissons adultes que vous pouvez mettre dans un aquarium FO. Ceux-ci étant des prédateurs redoutables vous limiterez vraiment leur taille et leur nombre. Par précaution cette valeur sera divisée par deux. Et avec un volume inférieur à 100 litres mieux vaut ne pas en mettre.

Vous devez sélectionner avec soin les poissons compatibles avec votre aquarium pour constituer un biotope harmonieux. Peu de poissons sont acceptables dans un aquarium récifal.

Contentez-vous de espèces faciles comme : Les robustes, bien qu'un peu batailleuses, poissons demoiselles *Chromis viridis*, les poissons clowns *Amphiprion ocellaris* ou *percula*, les tranquilles *Pterapogon Kauderni* et *Gramma Loreto* pu *Pseudochromis* (vanille-fraise) et si votre bac fait plus de 300 litres les poissons chirurgiens herbivores comme le *Zebbrasoma Flavescens*, tous sont très beaux.

L'utilité de l'animal dans l'équilibre du bac, son comportement, agressivité, territorialité, grégarisme sont des paramètres à considérer. Les balistes, poissons papillons, etc. font leur repas des coraux et seront à leur place dans un bac Fish Only mais pas dans votre aquarium récifal. D'autres sont magnifiques et vous tenteront mais étant extrêmement difficiles à nourrir il n'est pas possible de les conserver en captivité au-delà de quelques mois, il faut vraiment éviter de les acheter. Renseignez-vous bien. Si vous voulez vraiment ce type de poissons il vous faudra un aquarium FO spécifique.

L'option consistant à ne placer qu'un couple de poissons clowns *Amphiprion percula* ou *A. ocellaris* est un bon choix. Ce poisson est résistant et s'adapte bien à la vie en aquarium.

Il est naturellement territorial. Une paire de jeune forme nécessairement un couple uni dont les ébats vous réjouirons. En effet en l'absence de femelle, un jeune mâle changera de sexe, et voilà. Dans un aquarium récifal il est inutile de leur fournir une anémone symbiotique, le couple choisira un corail mou de substitution (*sinularia*, *clavulatia*, *sarcophiton*, etc.). L'élevage des alevins, bien que difficile, n'est pas impossible. Les revendeurs proposent des *A. Ocellaris* d'élevage.

Pour l'introduction du premier poisson, choisir un spécimen (ou un couple) réputé très résistant (*Chromis Viridis* par exemple), observation du comportement pendant une semaine ou deux, tout va bien : ajout d'un deuxième, etc. Pour arriver à la population finale que l'on s'est fixé... ET PAS PLUS.

Il faut réellement limiter le nombre de poissons et résister à la tentation d'en ajouter de nouveaux (c'est parfois dur dans la boutique du revendeur, soyez fort)... Et ne plus modifier un aquarium biologiquement équilibré !

Pensez également au confort des habitants de l'aquarium. Le volume et la qualité du décor avec de nombreuses cachettes et refuges comptent énormément pour évacuer le stress et donnent un environnement correct aux animaux territoriaux. Mais il ne faut pas placer deux individus ne pouvant pas vivre en communauté et luttant sans cesse. Le confort pour un poisson récifal passe avant tout par son sentiment de sécurité : Absence de prédateurs ou de concurrents agressifs ainsi que par une nourriture copieuse et variée.

Les poissons ne sont pas les animaux les plus fragiles de l'aquarium mais sont introduits en dernier car ce sont eux qui vont le plus bouleverser l'équilibre biologique qui c'est formé et cela que les poissons soient carnivores ou omnivores. Ce sont de redoutables prédateurs, il faut que le bac soit bien établi pour résister à leur présence.



31. Couple d'*Amphiprion ocellaris*, poissons clowns

Un couple d'A Ocellaris ne devient (qu'un peu) agressif que lors des pontes où il défend vaillamment son territoire.

Les poissons chirurgiens sont des hôtes bien sympathiques, mais leur taille et leur appétit les réservent à des aquariums d'au moins 300 litres. Ces poissons ont besoin d'avoir une alimentation variée et ils mangent volontiers des algues.

Il ne faut pas introduire trop rapidement un *Zebrasoma Flavescens* (poisson chirurgien jaune) sous prétexte que des algues filamenteuses sont apparues. Les algues inférieures ne sont pas une malédiction mais un processus normal d'épuration d'un milieu trop riche en nutriments (*bloom algal*) dû à un excès de nitrates ou de phosphates qui doit être réglé avant l'introduction des poissons.

De toute façon un *Zebrasoma* ne réglera pas un problème d'explosion d'algues. Il raffole des algues supérieures (ou des légumes de substitution) mais n'aime pas trop les algues filamenteuses et les cyanobactéries. Comptez plutôt sur les petits gastéropodes et crustacés herbivores et... par un élagage manuel de votre part. Ne comptez pas sur des poissons pour nettoyer un cloaque.



32. *Zebrasoma flavescens*, poisson chirurgien jaune

Le nom de 'chirurgien', attribué à cette famille de poissons, vient des deux 'scalpels' blancs, appendices tranchants visibles de chaque côté à la base de la nageoire caudale. Ces pointes imposent le respect aux autres poissons de l'aquarium. Les chirurgiens sont des herbivores, le *Z. Flavescens* est le meilleur représentant de cette famille. Il convient bien à un aquarium récifal de plus de 300 litres.

Attendez que les algues supérieures soient bien implantées pour résister aux chirurgiens et que celles-ci aient supplanté les algues inférieures. Le rôle des poissons omnivores ou herbivores est de réguler la croissance des *Caulerpa* et autres algues dans un bac où les algues ne sont supportées que cantonnées dans des petites zones où elles ne concurrencent pas les coraux.

L'introduction d'un nouvel hôte (poisson ou invertébré) doit toujours être suivie d'une période de surveillance de quelques semaines. D'ailleurs, si vous voulez comprendre ce qui se passe évitez les introductions multiples ou trop répétées. Une nouvelle introduction c'est aussi un risque potentiel d'introduire involontairement une maladie ou un parasite en passager clandestin.

L'introduction des poissons ou des invertébrés doit se faire avec précautions : Equilibrage de la température, de la salinité et des autres paramètres par un remplacement progressif de l'eau du sac de transport par l'eau du bac.

Ne mettez pas l'eau de transport dans l'aquarium (risque de traitements préventifs au cuivre et qualité généralement médiocre). Mais si vous le pouvez analysez l'eau de votre revendeur cela peut servir de référence pour calibrer vos tests.

Si vous n'avez pas d'aquarium de quarantaine, le meilleur moment pour lâcher l'animal est le repas du soir, il ne mangera probablement pas mais cette diversion fera que les autres poissons le laisseront tranquille. Puis extinction graduelle de la lumière pour lui laisser une nuit de récupération.

Vous mettrez environ six mois pour franchir l'ensemble de ces étapes avec pour objectif ne déplorer *aucune* perte.

Il reste à confirmer dans le temps votre savoir faire. N'oubliez pas qu'un aquarium est fait pour durer de nombreuses années (les coraux sont potentiellement immortels). Aussi ne vous laissez pas gagner par l'euphorie de la première réussite et restez prudent et vigilant.

Le succès est principalement dû à la grande diversité animale et végétale qui réussit à se développer lentement mais progressivement dans l'aquarium. Pour cela les prédateurs ne sont pas mis en surnombre. Vous aurez le souci de ne pas intervenir trop impulsivement en cas de léger dérèglement.

Puis, au cours de la maturité du bac, vous observerez des cycles d'expansion et de régression au sein de colonies : Eponges, invertébrés, vers, coraux, etc. Au départ on ne remarque que quelques individus, puis la colonie croît jusqu'à devenir relativement envahissante. On s'interroge quand à la position à avoir... Puis la croissance se stabilise et généralement la colonie finit naturellement par régresser. En fait les conditions favorables à l'expansion finissent par s'épuiser dans le monde clôt de l'aquarium. Ces conditions peuvent être soit une accumulation soit au contraire un appauvrissement d'éléments nutritifs. L'aquarium réagit et compense en partie en modifiant sa population. Il ne faut donc pas s'inquiéter trop rapidement d'une forte croissance d'une espèce à l'exception des fléaux avérés tel les anémones *aiptasia*, les planaires, etc. où il faut agir dès leur identification pour éviter une invasion.



33. *Chromis viridis*, poisson demoiselle

Le chromis viridis, demoiselle bleu-verte, est le moins agressif des poissons demoiselles. En milieu naturel celui-ci vit en banc et se nourrit de fines particules. Doté d'un solide appétit il est également très résistant et actif. En aquarium prévoir de nombreuses caches pour éviter le harcèlement du plus faible par ses congénères.

La maintenance de l'aquarium marin

Malgré nos efforts pour avoir une grande variété de plantes et d'animaux (beaucoup de petits et peu de grands) essayant de reproduire un biotope naturel, le monde clos de l'aquarium n'est pas, hélas, un écosystème définitivement équilibré. Certains composés disparaissent ou se transforment (calcium, carbonates, iode, strontium,...), d'autres risquent de s'accumuler (nitrates, phosphates,...). Les composés en diminution devront être remplacés sinon il y aura carence, et les composés en excès devront être retirés avant d'atteindre leur seuil de toxicité. Autre problème, la faible quantité de producteurs fait qu'il faut fournir des aliments en quantité suffisante pour assurer une croissance et une survie normale à ce petit monde. Et puis aussi faire le ménage, entretenir le matériel et intervenir à bon escient pour assurer un développement harmonieux des différentes espèces.

Il faut s'astreindre à opérer une maintenance régulière pour **nettoyer, nourrir, ajuster** dans le but de conserver l'équilibre de l'aquarium.

Tout d'abord un premier conseil, celui-ci est que trop rarement signalé: Soyez d'une hygiène irréprochable lors des interventions dans le bac. Il est probable que vous devrez intervenir en mettant les mains dans votre aquarium, celles-ci doivent propres et extrêmement bien rincées (attention aux phosphates des détergents). L'introduction des mains ou d'ustensiles dans le bac doit être limitée au maximum, et lorsqu'il faut le faire, il faut s'assurer de ne pas introduire de futurs problèmes dans l'aquarium. Des pincettes en plastique sont biens pratiques pour les petites manipulations. Faire aussi très attention aux piqûres et coupures lors des manipulations certains invertébrés sont venimeux, en particulier les oursins diadème.

Notez que le fait de mettre les mains dans l'eau inhibe l'action de l'écumeur pendant quelques heures, phénomène dû à l'introduction de graisses, et cela même si les mains sont propres.

Nettoyer

Le nettoyage est un travail quotidien. Il faut tout d'abord observer attentivement le bac et vérifier que tout fonctionne correctement : température, écumeur, pompes et crépines. Que les animaux sont tous présents en bonne forme, les pierres en place et le reste du matériel fonctionnel. Le bac ne doit pas sentir mauvais, l'eau doit être transparente et sans coloration.

L'écumeur est vidé 2 à 3 fois par semaine en fonction du remplissage de la coupelle. Celle-ci est nettoyée avec une brosse à dent et de l'eau très chaude pour bien la dégraisser (n'utilisez pas les doigts). Vérifiez l'aspiration d'air du venturi de l'écumeur qui se bouche régulièrement.

Vous devez nettoyer le filtre et les crépines aussi fréquemment que vous le pouvez. Le perlon du filtre externe est changé ou nettoyé au moins chaque semaine avec aussi le changement mensuel de la pochette de charbon actif si celui-ci est utilisé. Pour rappel : Le filtre externe n'est toléré, avec la méthode berlinoise, que si celui-ci fonctionne en mode mécanique avec un minimum de dégradation biologique.

Les débris de végétaux et tous les gros déchets sont retirés.

Nettoyage des vitres tous les jours ou tous les 2 à 3 jours (selon votre goût et votre courage). Avec le temps et la maturation du bac l'entretien sera de plus en plus facile et de plus en plus espacé, aidé par les gastéropodes herbivores.

Les algues corallines calcaires sur la vitre nécessitent un raclage hebdomadaire avec une lame de cutter ou une carte en plastique. Ces algues sont assez difficiles à retirer. Attention à ne pas rayer le verre avec des grains de sable ou avec une lame.

Lors de la période de démarrage, il peut être utile de faire des tempêtes avec un tube branché sur une pompe de brassage pour agiter les sédiments déposés sur les pierres.

Quelques heures après cette turbulence le filtre externe est nettoyé. A cette occasion Les particules en suspensions peuvent aussi être retirées en mettant un filtre sur la crépine d'une pompe de brassage, certaines sont prévues pour cela. On laisse tourner quelques heures avant de retirer le filtre, c'est vraiment efficace.

Les nettoyages sont faits régulièrement pour ne pas passer brutalement de très sale à très propre et perturber l'équilibre biologique. Il est préférable de ne pas *récurer* l'aquarium pour maintenir la microfaune en quantité. Notez aussi que la sédimentation est un processus normal et fondateur des récifs coralliens et que ce n'est pas un phénomène alarmant.

Les plantes trop envahissantes (*Caulerpa*) sont élaguées si les poissons ne le font pas. Vous pouvez congeler les *Caulerpa* pour nourrir les poissons herbivores, chirurgiens en particulier et les invertébrés. Les algues filamenteuses sont enlevées à l'aide d'une brosse à dent.

Tous les 6 mois environ, démontage des pompes et du reste du matériel pour un nettoyage en profondeur. Vous pouvez faire fonctionner les pompes dans un seau rempli d'eau avec un verre d'acide chlorhydrique pour ôter les calcifications qui ne peuvent être retirées autrement. Vérifiez soigneusement à cette occasion l'installation électrique, déclenchez le disjoncteur avec son bouton de test. CF. Sécurité électrique.

Nourrir

Il faut nourrir suffisamment et au moins deux fois par jour. Les animaux ne doivent pas être affamés. Les aliments sont bien évidemment nécessaires au maintien de la vie dans le bac et à l'équilibre physico-chimique. Les autres apports étant : La lumière, l'énergie de brassage, le chauffage et les additifs (sels, calcium, carbonate, etc.).

Toute la difficulté est d'apporter des aliments de qualité, variés, de façon copieuse mais sans excès non plus. Trop de nourriture non consommée est un risque potentiel de pollution et d'augmentation des nitrates.

La nourriture doit être consommée rapidement. Les abus évidents doivent être retirés avant leurs dégradations.

A l'inverse, un défaut de nutriments (carbone organique) appauvrira la biomasse, en particulier la microfaune qui a besoin d'une certaine dose de déchets, de miettes de nourriture, pour survivre en quantité. En effet, si on réduit la biomasse, lorsqu'un excès de charge organique surviendra (azote sous forme de nitrites/nitrates), la situation risque d'être catastrophique si la microfaune n'est pas suffisante pour faire face. Ce dosage équilibré des apports en nutriment, *mesotrophe*, est le fruit de l'expérience.

Les *artemia* vivantes ou congelées sont la nourriture de base. Celle-ci est très bien acceptée par les poissons et les crevettes. Pour les nourritures congelées, choisir une marque de bonne qualité ne contenant que peu d'impuretés. Ne *jamais* mettre l'eau de congélation dans l'aquarium.

Varié les menus : Nourriture sèche, moule crue ouverte, plancton lyophilisé, algues, etc. Une petite gâterie deux fois par semaine: des nauplies d'*artemia* fraîchement écloses et vivantes. Les colonies de petites crevettes qui vivent et se reproduisent dans l'aquarium servent occasionnellement de nourriture. Les miettes non consommées par les poissons suffisent généralement aux autres invertébrés et au développement de la microfaune. Pensez aux poissons et invertébrés omnivores et herbivores : *Caulerpa*, algues sèches, brocolis, épinards. Recherchez de préférence les algues marines car les végétaux terrestres sont souvent cultivés avec des ajouts de phosphates, Les brocolis en contiennent un peu moins et sont très bien acceptés. Vous trouverez des algues alimentaires dans les boutiques spécialisées pour la cuisine japonaise et chinoise. Une carence en végétaux peut conduire à développer des maladies.

En ce qui concerne les coraux, dans un aquarium, la nourriture de base est tirée de leurs *zooxanthelles* symbiotiques et donc liée à la qualité de l'éclairage. Quelques invertébrés fixés sont cependant capables de capturer des proies, laisser le hasard s'en occuper évite un risque de suralimentation de ces invertébrés.

Les aliments congelés sont soigneusement rincés et nettoyés dans un tamis sous le robinet jusqu'à dégel complet de l'eau de congélation (une passoire à thé convient parfaitement). Celle-ci est fortement chargée en nitrates et substances polluantes. Les grosses impuretés sont retirées avant utilisation. Gardez à l'esprit qu'il est autrement plus difficile d'extraire du bac les phosphates que de les introduire involontairement avec un élément susceptible d'en contenir :

- ☛ L'eau en surplus des nourritures congelés,
- ☛ l'eau du robinet,
- ☛ un substrat calcaire inadapté,
- ☛ un traitement au charbon actif de mauvaise qualité,
- ☛ certains additifs, etc.

Des doses infimes, difficilement mesurables par nos tests, sont responsables d'envahissement du bac par les algues inférieures et peuvent aller jusqu'à la perte d'invertébrés. Vous devez être vigilant. La croissance anormale d'algues étant une conséquence et non pas la cause du problème.

Si malheureusement vous avez des phosphates, voici quelques conseils pour tenter de les retirer :

- ☛ Redimensionner à la hausse l'écumeur.
- ☛ Maintenir une bonne population d'herbivores et de détritivores.
- ☛ Augmenter les apports minéraux, utiliser du kalkwasser pour remonter le taux de calcium et maintenir la concentration en magnésium à 1300 mg/litre.
- ☛ Traiter prudemment avec de l'oxyde d'aluminium (1g pour 2 litres) ou avec une résine spécifique.
- ☛ Faire d'importants changements d'eau et lutter contre la sédimentation.
- ☛ Cultiver des plantes supérieures dans un bac refuge pour pouvoir récolter les phosphates et les nitrates stockés dans le tissu des végétaux.
- ☛ Si après analyse, le substrat semble en cause, le retirer.



34. Un Palythoa étend ses polypes en pleine lumière



35. Palythoa au crépuscule.

La plupart des coraux symbiotiques replient leurs polypes la nuit.

Ajuster

Contrôle des paramètres physico-chimiques

Vous devrez apprendre à maîtriser la chimie de l'eau et faire de nombreuses compensations pour maintenir stables les différents paramètres. Le plus simple est de noter régulièrement les valeurs (T°, dKH, pH, Ca) pour évaluer l'évolution des paramètres ainsi que l'action des additifs. Aidez-vous pour cela du *Tableau de maintenance* fourni en exemple.

Du fait de leur consommation et leur transformation dans le volume d'eau très réduit de l'aquarium les paramètres physico-chimiques ont tendance à varier : Température mais aussi salinité, dureté (carbonates), calcium, iode, strontium,... Plus le volume sera réduit, plus les variations seront rapides et agressives pour les animaux.

Renouvellement partiel de l'eau

La première solution pour lutter contre l'appauvrissement permanent des minéraux (ions) et des oligo-éléments ainsi que l'accumulation des toxines et l'eutrophisation est le renouvellement partiel de l'eau. Celui-ci est efficace et sans danger si l'eau préparée est de bonne qualité et que le sel synthétique utilisé est complet et équilibré (ou que vous disposiez d'eau de mer naturelle sans nitrates).

Il faudra appliquer le changement d'eau dès l'introduction des pierres vivantes. Un *minimum* d'échange de 10% du volume mensuel est conseillé.

L'inconvénient de cet échange est son coût pour maintenir la concentration des différents éléments à des taux acceptables. Certaines carences peuvent être compensées plus avantageusement par des ajouts chimiques. Cela est surtout vrai si vous cultivez beaucoup de coraux durs, grands consommateurs de calcium et de carbonates pour l'édification de leur squelette. En absence de telles compensations vous devrez augmenter encore la fréquence des renouvellements périodiques.

Techniques de maintien du taux de calcium et de la dureté carbonatée

En fonction des résultats des tests pH, dKH et Calcium :

- ✚ Si le dKH est inférieur à 7°, ajout de buffer, mélange de carbonate de sodium, hydrogénocarbonate de sodium [bicarbonate de sodium], et borate de sodium, pour tamponner l'eau (absorber les baisses de pH) et permettre la synthèse du calcaire.
- ✚ Pour conserver un taux de calcium supérieur à 400 mg/l, ajout d'hydroxyde de calcium ou Kalkwasser et plus exceptionnellement de chlorure de calcium ou une solution dite bi-composants associant buffer et chlorure de calcium pour remonter un taux vraiment bas.

Reportez-vous aux chapitres consacrés à l'ajout d'additifs dans l'aquarium et aux valeurs moyennes.

Les divers produits sont utilisés en alternance (pas de mélange) et toujours sans excès.

Un surdosage de kalkwasser peut paradoxalement conduire à une chute importante du taux de calcium. C'est à dire un effet contraire à celui espéré et un risque de perturbation pour l'équilibre de l'aquarium. En effet une précipitation (passage de l'état liquide à l'état solide) peut survenir dans le cas où on augmente encore la concentration alors que le taux de calcium est déjà supérieur à 500 mg/l. Il se passe alors ce phénomène visible par le trouble de l'eau et même la formation de flocons si le brassage est modéré. Bien sûr, il ne faut pas réunir les conditions provoquant cette réaction et faire la mesure de la concentration du calcium assez régulièrement pour ne pas dépasser la limite de 470 mg/l.

Le Kalkwasser réclame une certaine prudence pour son utilisation directe dans l'aquarium. Le Kalkwasser ou *eau de chaux* doit être ajoutée goutte à goutte et très rapidement dispersée dans l'eau pour éviter une concentration pouvant perturber les animaux ou déclencher une précipitation.

Pour les mêmes raisons, mieux vaut faire peu d'ajout à intervalles rapprochés que trop d'un coup. Le meilleur moment pour l'introduction de Kalkwasser est le matin, lorsque le taux de CO₂ est le plus fort et le pH au plus bas.

Lors de l'ajout, il faut surveiller l'augmentation du pH qui ne doit pas dépasser 8,6 dans l'aquarium.

Il est possible de remplacer le kalkwasser par un réacteur à calcaire (RAC) pour les compensations de calcium. Un RAC apporte en plus les carbonates et le calcium manquants. Son principe de fonctionnement (injection de CO₂ entraînant la dissolution du calcaire et la libération du calcium et des carbonates) fait qu'il doit être utilisé de préférence dans un bac de décantation avec une surveillance continue du pH car il y a rejets acides en cas de mauvais réglage du réacteur.

Pour cette raison l'utilisation d'un RAC est déconseillée lors du démarrage d'un bac, période où le pH est déjà bas, conséquence de la concentration d'acides organiques présents dans cette phase. Par contre, après stabilisation et maturité de l'aquarium, et aussi lorsque vous aurez acquis un peu d'expérience, le RAC présente l'avantage de compenser naturellement les carbonates conjointement à l'apport de calcium. *Voir le chapitre RAC ou RAH ?*

Déséquilibre de la balance ionique

L'ajout de chlorure de calcium est très efficace pour remonter un faible taux de calcium mais abouti à un déséquilibre ionique. C'est à dire la présence non naturelle d'ions dans l'eau de l'aquarium.

Le chlorure de calcium apporte l'ion calcium, du bicarbonate de sodium et du carbonate de sodium sont ajoutés conjointement pour permettre le processus complet de calcification.

Ce sont les solutions dites *bi-composants* = Buffer + Chlorure de calcium.

Ces solutions sont utilisées occasionnellement pour remonter rapidement la concentration de calcium. Mais à cause de ce déséquilibre ionique il ne faut pas y avoir recours systématiquement. L'usage de Kalkwasser ou d'un RAC est vraiment préférable à long terme.

Voici les équations pour ceux que la chimie ne rebute pas trop. Chlorure de calcium + carbonate et bicarbonate de Na =



En résumé: Pour les ajustements quotidiens de calcium, utilisez soit du kalkwasser, manuellement ou avec l'aide d'un réacteur à calcium, soit un RAC si vous avez une décantation et qu'avec l'expérience savez contrôler le pH. Et si, uniquement si, vous n'arrivez pas à obtenir un taux de calcium acceptable remontez-le, exceptionnellement, avec du chlorure de calcium, dans ce cas ajoutez également du buffer ou bien vous utilisez une solution bi-composants.



36. La nuit les *Tubastraea* (*Dendrophyllia*) déploient leurs tentacules

Une activité nocturne signifie que le corail est sûrement prédateur et qu'il ne se nourrit pas grâce aux zooxanthelles. Sa conservation est très difficile, il faut lui apporter localement une nourriture adaptée.

Les variations naturelles du pH

Dans l'aquarium le pH varie en partie en suivant le taux de gaz carbonique (CO_2) dissout dans l'eau car celui-ci se combine à H_2O pour former de l'acide carbonique H_2CO_3 .

Une présence d'acide signifie baisse du pH. En conséquence :
Le CO_2 abaisse le pH.

En corrélation nous avons les effets suivants:

- ☞ Une bonne oxygénation et brassage diminuent le taux de CO_2 et tendent donc à remonter le pH.
- ☞ Si l'eau est chargée en calcaire, il va y avoir absorption partielle de l'acide carbonique qui va se combiner pour donner du bicarbonate de calcium. Une eau calcaire est dite *dure* et elle va jouer le rôle de *tampon* en s'opposant à la formation d'acide carbonique. C'est pourquoi nous essayons d'avoir une dureté supérieure à 7° dKH et c'est pour cette raison que nous ajoutons du buffer pour limiter les baisses de pH. Ce pouvoir d'absorption lié à la dureté est appelé *alcalinité*. Il ne doit pas être confondu avec un pH basique, bien que le résultat soit apparemment le même.
- ☞ Les plantes (y compris les zooxanthelles symbiotiques des coraux) prélèvent du CO_2 et rejettent de l' O_2 pendant leur photosynthèse, c'est la raison pour laquelle le pH augmente au cours de la journée et diminue la nuit dans nos aquariums. Ces phénomènes naturels sont amplifiés dans le volume restreint de l'aquarium, et pour limiter les baisses du pH nous augmentons la dureté de l'eau un peu au-delà du taux normal qui est de 7°dKH.
- ☞ Il est possible, mais le besoin est exceptionnel, d'abaisser un pH trop élevé, si celui-ci est supérieur à 8,6. Pour cela injectez lentement du CO_2 , environ 5 à 50 bulles/minute, en surveillant attentivement la descente du pH.

Nota : La lutte contre la pollution organique contribue également au maintien du pH dans des valeurs acceptables. Il est certainement préférable de s'attaquer à la cause : Retirer les matières organiques en décomposition générant des acides, améliorer la filtration et le brassage. Plutôt qu'à la conséquence : Chute du pH et compensation par ajout de solutions basiques ou alcalines.

Un aquarium ayant un mauvais ratio surface/volume peut avoir un pH bas dû à un mauvais échange air/eau et une concentration de CO₂.



37. Les polypes d'un sarcophyton sp.

Les coraux mous de la famille des sarcophytons muent périodiquement, ce qui est normal. Lorsque les conditions sont mauvaises les mues deviennent fréquentes ou très longues, signe d'un dérèglement de la qualité de l'environnement. Une meilleure hygiène, une filtration sur charbon actif, une vérification de la concentration en nitrates et phosphates remettront les choses en ordre. Les sarcophytons sont normalement très résistants, se bouturent facilement et croissent rapidement sous un fort éclairage. Dans de bonnes conditions, tous polypes ouverts, ils offrent un spectacle superbe rivalisant avec les coraux durs à petits polypes.

Compensation des éléments iode et strontium

Ces éléments sont présents en très faible quantité. Les ajouts sont faits régulièrement sans mesures préalables, les kits n'étant pas très précis. Il faut donc agir avec une *extrême modération*. Bien que faiblement dosés, ils agissent de façon significative sur la croissance des coraux.

Si vous avez des coraux mous vous ajoutez chaque semaine un peu l'iode. Alternativement du iodure de potassium à 5% 0,5ml pour 100 litres et du lugol 1 goutte pour 100 litres. L'iode disparaît rapidement et les ajouts doivent être hebdomadaires.

Si vous avez des coraux durs, vous pouvez ajouter également du chlorure de strontium à 10%: 0,5 ml pour 100 litres toutes les deux semaines suffit.

Maintien de la salinité

Il faut conserver le niveau d'eau et une salinité correcte.

L'eau évaporée est douce, la compensation de niveau se fait donc au quotidien avec de l'eau osmosée (ou autre source d'eau douce de qualité et sans nitrates). Le niveau est ajusté régulièrement pour atténuer les variations. C'est le rôle de l'osmolateur qui compense le niveau automatiquement et constamment. On peut profiter de l'ajout d'eau douce pour mettre en goutte à goutte soit du Kalkwasser, du chlorure de calcium, du buffer, de l'iode, du strontium, du magnésium, etc. Ou bien encore utiliser un réacteur à hydroxyde banché sur l'osmolateur (capteur de niveau). Notez que les différentes solutions ne sont pas mélangées dans un 'cocktail' mais utilisées séparément.

Nettoyer le filtre, l'écumeur, les organismes vivants ont tendance à retirer un peu de sel. Il est donc nécessaire de contrôler la densité dans l'aquarium pour ajuster la salinité lors du renouvellement partiel de l'eau. L'eau salée est préparée 24 H à l'avance et bien oxygénée (pompe à air + diffuseur) pour équilibrer le taux de CO₂ avant le transfert.



38. *Sarcophyton* sp.



39. *Sarcophyton* sp.

Remarques concernant les additifs

Tous les additifs sont disponibles chez votre revendeur ou par VPC sous différentes appellations commerciales. Vérifiez bien que le produit est compatible avec un usage pour aquariophilie marine récifale. Lisez attentivement le mode d'emploi et respectez les doses prescrites par le fabricant.

Ces additifs peuvent aussi être aussi avantageusement achetés en pharmacie sous forme de produits purs. Les produits purs (chimiques) ainsi que leur utilisation et dosage sont indiqués dans ce manuel. Aidez-vous des chapitres *Valeurs moyennes*, *contrôle des paramètres* et *Additifs compositions et dosages*.

Agissez avec parcimonie, un surdosage est toujours tentant, souvenez-vous que : *Le plus est l'ennemi du bien*.

Les animaux sont très sensibles aux variations et, sauf urgence exceptionnelle et désespérée, les ajouts et correctifs doivent être mesurés de façon à ne pas modifier rapidement le milieu. Ceux-ci sont faits soit dans la décantation, soit directement à la sortie d'une pompe de brassage pour éviter une concentration locale trop importante. *CF Erreurs à ne pas commettre*.

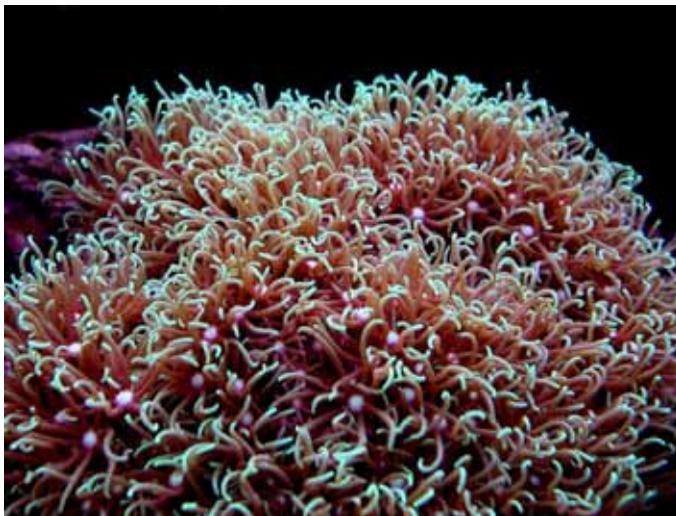
La règle est de ne pas changer la valeur d'un paramètre de plus de 1 à 2% par jour. Par sécurité il faut appliquer un faible dosage de test pour vérifier de son action le lendemain. La dose est ainsi ajustée graduellement.

Un bac Jaubert (ou DSB) doté d'une grande quantité d'aragonite est plus stable du point de vue des paramètres physico-chimiques par la dissolution lente du substrat calcaire sous l'action du CO₂ comme dans un RAC. Les méthodes Jaubert et DSB sont cependant plus complexes à maîtriser pour un débutant. En particulier la phase de démarrage est longue et la lutte avec les algues filamenteuses et les cyanobactéries, très délicate. Il faut être patient et on ne dispose pas de l'assistance d'un écumeur, celui-ci étant *à priori* absent du système Jaubert. Pour ces raisons il est préférable de commencer avec la méthode berlinoise.

Entretien du matériel

L'entretien du matériel a déjà été abordé dans les différents chapitres consacrés aux équipements, il s'agit principalement:

- ✚ Du renouvellement annuel des lampes HQI ou tubes fluorescents. Si votre installation utilise plusieurs lampes, essayez de décaler le changement dans le temps de manière à limiter les variations d'intensité. Une lampe HQI d'avance permet l'échange rapide en cas de panne.
- ✚ Du changement bimensuel du diffuseur d'air pour les écumeurs fonctionnant avec une pompe à air.
- ✚ Du nettoyage périodique des pompes (crépines) et de l'écumeur (les prises d'air se bouchent régulièrement).
- ✚ Du renouvellement des kits de mesures. Du changement annuel des pré filtres de l'osmoseur (un osmoseur peut durer 3 ans à condition qu'il ne sèche pas).
- ✚ De la vérification de l'usure et du vieillissement du matériel (durcissement des gaines des fils électriques, douilles, trace de rouille ou d'oxydation, etc.). Le milieu marin est particulièrement corrosif et le matériel est durement éprouvé.



40. *Pachyclavularia viridis joli* corail résistant et même envahissant

Quelques repères, suggestions de valeurs moyennes

Si la mesure de la température, de la densité, de la dureté (dKH) et du taux de calcium doivent faire l'objet d'une surveillance quasi permanente tout au moins assidue, redox, nitrites, nitrates et phosphates ne seront analysés qu'en cas de problème.

Sans un matériel de laboratoire vous ne pourrez pas mesurer la valeur des éléments traces, iode, strontium, métaux et oligo-éléments, dans votre aquarium. Cela n'est pas important. Quant au cuivre il n'est mentionné que pour information : *Vous ne devez pas traiter au cuivre un aquarium récifal ni le soigner avec aucun autre médicament.*

Voici quelques valeurs repères. Il ne faut pas agir comme un chimiste trop rigoureux mais aussi tenir compte de l'observation du comportement des animaux du bac. Vous ne devez pas faire aveuglément confiance aux tests colorimétriques qui sont loin d'être parfaits. Un résultat désastreux alors que tout semble aller parfaitement doit être confirmé avec un étalonnage à partir de solutions de références ou bien vous devez faire une contre-mesure avec du matériel de laboratoire ou avec votre revendeur. Dans le même ordre d'idée, des résultats excellents dans un aquarium mouvoir sont peut être à remettre en cause...

Il faut également savoir anticiper et pour cela extrapoler la tendance. La solution consiste à noter les valeurs au jour le jour, à la même heure de la journée ou mieux encore aux mêmes heures. Les valeurs liées à la photosynthèse, comme le pH, subissent en effet des variations sinusoïdales avec une période de 24H dont vous devez tenir compte. *CF Variations du pH.*

Vous obtiendrez des courbes de progressions soit en moyennant les résultats obtenus sur une journée, soit en prenant les mesures tous les jours à une heure fixe.

Un pH bas mais en progression jour après jour est certainement meilleur qu'une plus forte valeur avec tendance rapide à la baisse !

Aidez-vous avec le *Tableau de maintenance* pour calculer la tendance et mémoriser toutes vos interventions.

Dans tous les cas, même si les mini/maxi indiqués sont dépassés, les variations pour la correction doivent être très lentes pour pouvoir être supportées par les animaux, aussi intervenez qu'avec circonspection.

Enfin, si vous ne deviez respecter impérativement qu'un seul seuil critique, celui-ci serait sans aucun doute celui de la température maximale fatale pour les organismes vivants au-delà de 32°C, le seuil de 30° étant celui ou il faut *rapidement* mettre en place un refroidisseur.

Nota : La notation *ppm*, *partie pour million*, utilisée par les anglo-saxons, est équivalente, dans le cas de l'eau de mer, à la notation *mg/l*, *milligramme par litre*.

Les valeurs concernant le milieu naturel ne sont que des moyennes données pour information.

Température (°C)

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
22	25	30	25

Le contrôle de la température doit être fait systématiquement. C'est la première chose à faire lors du check-up quotidien. Les animaux sont généralement plus sensibles aux variations qu'aux valeurs absolues. C'est très vrai en ce qui concerne la température ou vous éviterez de leur infliger des 'chocs thermiques'. Une température constante influe aussi leur métabolisme. Ainsi une température relativement basse limite la croissance des organismes mais assure une marge de sécurité vis à vis de la température maximale à ne pas dépasser (critique à partir de 32°C). Le taux d'oxygène diminue aussi avec l'augmentation de la température.

Table de conversion Celsius / Fahrenheit

Celsius	Fahrenheit
22	71,6
23	73,4
24	75,2
25	77
26	78,8
27	80,6
28	82,4
29	84,2
30	86

Densité (à 25°C)

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
1020	1023 (32,6ppm)	1026	1023

La densité, ou plus précisément la salinité, est mesurée régulièrement, une fois par semaine ou lors du renouvellement partiel de l'eau. Cette mesure est un peu liée à la température. *CF tableau ci-dessous*. Les densimètres destinés à l'aquariophilie sont étalonnés à 25°C ce qui est bien mais quelques modèles sont étalonnés pour 20°C. Les meilleurs modèles fournissent l'abaque de correction.

Correction de la densité en fonction de la température

Température Degrés	Correction
22	-0.0004
23	-0.0002
24	-0.0001
25	0
26	+0,0001
27	+0,0002
28	+0,0004

Valeurs pour un appareil étalonné à 25°C

Pour la fabrication de l'eau salée la notation *ppt* signifie *part per thousand* ou *partie pour mille*. 32,6 ppt sont donc équivalentes à 32,6 g/l de sel sec par litre. En fonction de l'humidité contenue dans le sel il faut ajouter 10 à 20%, et finalement peser 37,5 g/l pour obtenir une densité de 1023.

Relation entre densité et salinité

densité	ppt sel sec	g/l de sel
1020	28,7	33
1021	30	34,5
1022	31,4	36
1023	32,6	37,5
1024	34	39
1025	35,2	40,5
1026	36,6	42

L'humidité contenue dans le sel est ici estimée à 15%

dKH

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
7°	8° - 9°	12°	7

Pour réguler le pH, le pouvoir *tampon* de l'eau doit être surveillé et cette mesure est à faire régulièrement, une fois par semaine ou tous les quinze jours par exemple. L'alcalinité ou degré de dureté est généralement indiquée en degrés allemands dKH. Vous augmentez la dureté de l'eau (son pouvoir tampon) en ajoutant du *Buffer*. *CF Additifs*.

Voici les équivalences pour les autres unités utilisées pour cette mesure :

- 🔧 1 meq/l (milli équivalent par litre) = 2,8 dKH
- 🔧 1 meq/l (milli équivalent par litre) = 50 ppm (partie pour million) ou 50 mg/l (milligramme/litre) de CaCO₃
- 🔧 1° dKH = 1,79° TAC = 0,36 ppm (partie pour million) ou 0,36 mg/l (milligramme/litre) de CaCO₃

Mg Magnésium en mg/l (masse molaire 24,3)

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
1000	1300	1400	1330

Le taux de magnésium est à surveiller car celui-ci tend à baisser naturellement consommé par les organismes. Un taux normal d'environ 1300 mg/l aide à maintenir un bon taux de calcium et à réduire la concentration en phosphates.

Ca Calcium en mg/l (masse molaire 40,1)

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
250 / 370 si SPS	420	470	420

La mesure du calcium est à faire périodiquement, en fonction des habitants de votre aquarium et de sa maturité. En même temps que la mesure de la dureté par exemple. En l'absence de *RAC*, le taux de calcium est nécessairement maintenu en ajoutant du Kalkwasser avec éventuellement l'aide d'un *RAH*.

pH

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
7,9	8,2	8,6	8,2

Les variations relativement importantes du pH pendant la journée sont normales ($\pm 0,3$). Il faut donc pondérer les valeurs indiquées en fonction du moment de la journée (modifications dues à l'activité photosynthétique). Faites les mesures à heure fixe pour obtenir la tendance jour après jour. Vous devez surveiller la valeur du pH, la fréquence de cette surveillance dépend de la maturité du bac. Un bac mature étant bien plus stable. L'idéal est de pouvoir disposer d'un ph-mètre, c'est un investissement amorti rapidement.

Redox (mV)

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
250	400	470	400

La mesure du redox demande un matériel performant (ph-mètre + électrode de platine). Les remarques concernant les variations du pH pendant la journée sont également vraies pour le redox. Bien qu'indiquant l'état de santé global de l'aquarium, cette mesure n'est pas indispensable. L'injection d'ozone est une technique qui permet d'augmenter le redox. Cela reste une technique difficile à maîtriser et impossible à mettre en œuvre sans une décantation externe, l'ozone étant très toxique pour les organismes vivants et ne devant pas être injecté directement dans l'aquarium.

Nitrites (ppm)

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
-	0	0.01	0,002

Le taux de nitrites doit être nul, ce qui est normalement et naturellement le cas, à l'exception d'un problème avéré ou pendant les premiers jours de la phase de démarrage après l'introduction des pierres vivantes. Il est rarement utile de mesurer le taux de nitrites.

Nitrates (ppm)

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
-	5	15	0,003

Les nitrates doivent être maintenus dans des valeurs les plus basses possibles. Le taux est lié à la faculté de l'aquarium de procéder à la complétion du cycle de l'azote. Si vous voulez conserver sur le long terme des coraux durs et des invertébrés, il vous faut maintenir un taux vraiment bas.

Phosphates (ppm)

Mini	Optimum	Maxi	Milieu naturel
-	0,02	0,05	0,006

Un très faible taux de phosphates suffit aux animaux, il doit être maintenu à une valeur proche de 0, ce qui est naturellement le cas si il n'y a pas d'introduction accidentelle via le substrat, le charbon actif, les aliments,... Comme pour les nitrates, cette mesure est à effectuer que pour identifier un problème : Apparition d'algues inférieures, mues à répétition des *sarcophytos*, etc.

Cuivre

Les médicaments et traitements à base de cuivre sont à bannir absolument de l'aquarium récifal. Autres risques d'introductions involontaires : L'eau du robinet (tuyauteries en cuivre) et les objets métalliques contenant du cuivre pouvant être en contact avec l'eau de l'aquarium : Raccords en laiton ou en bronze, rotors de moteur, fils électriques, etc.

Les autres éléments traces sont difficilement mesurables par un amateur.

Les additifs, compositions et dosage

Les additifs servent à compenser les éléments qui sont directement puisés dans l'eau par les plantes et les animaux. Ceux-ci constituent leur squelette calcaire à partir du calcium et des carbonates de l'eau. Les additifs sont donc nécessaires à leur croissance. Cependant ne faites pas d'ajouts si vous n'avez pas bien compris à quoi cela sert, comment doser ou quelles peuvent en être les conséquences. Il est préférable, dans ce cas, de procéder à des changements d'eau très régulièrement (10 à 20% du volume mensuellement). Lors de l'ajout d'additifs, les variations doivent toujours être très progressives pour ne pas être nocives pour les animaux. Les ajouts se font ainsi excessivement lentement (en goutte à goutte) de solutions diluées dans de l'eau osmosée et la dispersion doit être la plus rapide possible afin d'éviter tout risque de concentration ou de précipitation des solutions. Sans cette précaution on obtient un effet inverse à celui espéré, dans le meilleur des cas, inutile. Verser dans la décantation limite les risques de concentrations locales agressives sur les animaux de l'aquarium. Il faut aussi vérifier l'action des additifs en mesurant et en notant les variations.



41. *Clavularia* sp.

Hydroxyde de calcium ou Kalkwasser (ajout de calcium)

Il faut 1,5 g d'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pour préparer un litre de solution à partir d'eau osmosée (une cuillère à café pour deux litres). Remuer très doucement. Le mélange obtenu il faut le laisser se décanter quelques heures à l'abri de l'air (pour ne pas absorber du gaz carbonique). Ne pas injecter le dépôt (lait de chaux) mais l'eau de chaux translucide qui se situe au-dessus du dépôt. Verser lentement, goutte à goutte, avec une forte dispersion. Plus simplement, vous pouvez utiliser un réacteur à calcium (RAH) qui automatise tout cela. Dans tous les cas veillez à ce que le pH ne dépasse pas 8,6 dans l'aquarium. Si vous avez des coraux durs essayez de conserver un taux de calcium d'environ 420 mg/l, sinon 370 mg/l suffisent. Le kalkwasser peut être utilisé quasi systématiquement pour les compensations d'évaporation du bac, en conservant cependant un taux de calcium inférieur à 470 mg/l pour éviter le risque d'une précipitation. Autres avantages et bénéfices du kalkwasser :

- 🔧 Augmentation du pH (il ne doit pas être utilisé pour ça),
- 🔧 Génération de carbonates permettant la calcification des organismes vivants
- 🔧 Réduction des phosphates.

Chlorure de calcium (ajout de calcium)

Si vous n'utilisez pas une solution liquide prête à l'emploi, il faut préparer une solution de CaCl_2 dihydrate à 30% (30 g dans 100 ml d'eau osmosée). 100 ml de cette solution contient environ 8 g de calcium ! Avec une telle quantité il est assez facile d'augmenter rapidement le taux de calcium.

Par exemple : Vous désirez un taux de calcium de + 50mg/l dans un aquarium de 300 litres. Cela donne : $50 \times 300 \div 1000 = 15\text{g}$ de calcium, soit environ 200ml de cette solution. Vous verserez, en goutte à goutte, 20ml dilués dans un litre d'eau osmosée par jour pendant 10 jours en contrôlant la progression du taux de calcium.

Cela ne doit pas être répété trop souvent et le chlorure de calcium doit être utilisé conjointement à un *buffer* CF. *Balance ionique*.

Buffer (ajout de carbonate)

Le buffer augmente l'alcalinité ou la dureté de l'eau. Il a un effet tampon ou modérateur sur les baisses du pH. Autre effet bénéfique : La synthèse du calcaire. En effet avec le chlorure de calcium il permet le processus de calcification des organismes marins. Il est composé :

- ☞ De 100 g d'hydrogénocarbonate (bicarbonate de sodium) NaHCO_3
- ☞ De 20 g de carbonate de sodium Na_2CO_3
- ☞ De 3 g de borate de sodium Na_2BO_3 .

Le bicarbonate a un pH de 7,6. Diminuer la proportion de bicarbonate indiquée ci-dessus dans le mélange permet d'augmenter artificiellement le pH de cette préparation qui est naturellement neutre pour l'eau de mer, c'est à dire un pH d'environ 8,2 pour les quantités indiquées. Les ingrédients sont faciles à obtenir en pharmacie et vous pouvez ajuster facilement les proportions. Ajoutez en goutte à goutte 1 l d'une solution contenant 2 g de ce buffer pour 100 litres d'eau à traiter par jour. Il faut surveiller le pH et la dureté de l'eau qui pourra atteindre 10°dKH, mais 8° est déjà un résultat suffisant. Si vous utilisez une eau trop douce pour compenser l'évaporation, il sera sans doute nécessaire de faire l'ajout de buffer pour conserver une dureté suffisante.

Magnésium

L'eau de mer naturelle contient beaucoup de magnésium (1330 mg/l). Les sels synthétiques moins. Le magnésium est aussi peu à peu consommé et son ajout peut s'avérer finalement nécessaire. Il existe des tests qui permettent de le doser et des additifs pour maintenir un taux acceptable. Vous pouvez aussi le doser vous-même : 7,98 g de chlorure de magnésium ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) + 0.95 g de sulfates de magnésium ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) sont égal à l'ajout total de 1 g de magnésium. Calculez les quantités en fonction du taux à corriger et du volume de l'aquarium. Répartir la dose totale pour le pas dépasser 20 mg/l / jour. Soit pour 100 litres 2 g de Mg et donc environ 17 g de ce mélange dans 1 l en goutte à goutte.

Ajouts éventuels d'éléments traces

Ces éléments ne seront ajoutés qu'avec parcimonie, l'effet bénéfique est plus sujet à discussion. Ils disparaissent au bout de quelques jours mais des produits dérivés peuvent s'accumuler avec le temps.

Iode

L'ajout d'iode en faible quantité est conseillé pour la conservation des coraux mous. 0,5 ml d'une solution d'iodure de potassium KI à 5% pour 100 litres d'eau à traiter par semaine ou 1 goutte de lugol par mois pour 100 litres est suffisante. Il est tentant d'ajouter trop d'iode car c'est un produit fortement dosé. La mesure de la quantité d'iode présente dans l'aquarium n'est pas facile à faire. Aussi sans surveillance modérez les ajouts pour rester raisonnable.

Chlorure de strontium

Comme pour l'iode, conseillé pour les coraux mous, le strontium faiblement dosé est ajouté pour la conservation des coraux durs. Vous ajoutez 0,5 ml à 1 ml pour 100 litres d'une solution soluble à 10% de Sr_2Cl_2 (10 g dans 100 ml d'eau) chaque semaine dans l'aquarium. De façon identique à l'iode, le strontium disparaît naturellement en quelques jours. L'écumeur est en partie responsable de cette extraction. Son absence peut pondérer le dosage. Le strontium ne doit pas être sur dosé en absence de contrôle.

CO₂

L'injection de CO₂ faite dans un réacteur à calcaire provoque la libération du calcium et des carbonates. CF. *RAC ou RAH.*

Vitamines, Oligo-éléments

L'intérêt d'utiliser des vitamines C ou d'ajouter des oligo-éléments est plus discutable. Un débutant ne doit pas se préoccuper de ces ajouts autrement que par une nourriture saine et variée et aussi par un changement partiel de l'eau avec un sel synthétique complet. Pour être significatif le renouvellement doit être d'au moins 10% du volume de l'aquarium par mois. Ainsi les éléments traces seront remplacés sans risque de surdosage.

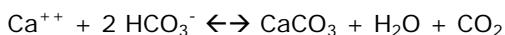


42. Bernard l'ermite des Caraïbes : *Calcinus tibicen* (pattes rouges) et *Clibanarius tricolor* (pattes bleues)

Les Bernard l'ermite en provenance des Caraïbes sont hautement recommandables. Les bernards sont des herbivores et des détritivores fouillant inlassablement l'aquarium à la recherche de nourriture, ils participent ainsi activement au recyclage des déchets. Tous les bernards l'ermite grandissent en changeant de coquille. Pour éviter les batailles, fournissez-leur un choix de coquilles vides, c'est vital et indispensable à leur croissance.

RAC ou RAH ? (Ajout du calcium dans l'aquarium)

L'aquariophile propriétaire d'un aquarium récifal est rapidement confronté à la disparition du calcium. En fait dans le milieu marin, celui-ci est puisé directement à partir de l'eau par les animaux et plantes lors de leur processus de calcification, c'est à dire à l'élaboration de leur squelette, leur coquille, etc. Ces tissus sont en calcaire composés de calcium $[Ca^{++}]$ et d'hydrogencarbonate :



Cette formule, comme toutes les équations chimiques, fonctionne dans les deux sens. On en verra tout l'intérêt avec le RAC. Le taux normal de calcium est d'environ 420 mg/l et il faut essayer de conserver cette valeur pour maintenir une forte croissance des coraux. Il faut au moins rester au-dessus de 300 mg/l mais sans dépasser les 470 mg/l car il y a risque de précipitation. Tout le problème est donc d'ajouter le calcium et les carbonates en quantité nécessaire et suffisante.

Ca(OH)₂	Hydroxyde de calcium (chaux éteinte)	B	Bore (masse molaire 10,8)
Ca⁺⁺	Ion calcium	Br	Brome (masse molaire 80)
CaCl₂	Chlorure de calcium	C	Carbone (masse molaire 12)
CaCO₃	Carbonate de calcium	Ca	Calcium (masse molaire 40)
CO₂	Dioxyde de carbone (gaz carbonique)	Cl	Chlore (masse molaire 35,5)
CO₃^{..}	Ion carbonate	F	Fluor (masse molaire 19)
H⁺	Ion hydrogène	H	Hydrogène (masse molaire 1)
HCO₃⁻	Ion Hydrogencarbonate	I	Iode (masse molaire 127)
KI + I₂	Lugol = Iodure de potassium + Iode	K	Potassium (masse molaire 39)
MgCl₂	Chlorure de magnésium	Mg	Magnésium (masse molaire 24,3)
MgSO₄	Sulfate de magnésium	N	Azote (masse molaire 14)
Na₂CO₃	Carbonate de sodium	Na	Sodium (masse molaire 23)
NaCl	Chlorure de Sodium (sel)	O	Oxygène (masse molaire 16)
NaHCO₃	Hydrogencarbonate (bicarbonate) de sodium	P	Phosphore (masse molaire 31)
OH⁻	Ion hydroxide	S	Soufre (masse molaire 32)
SrCl₂	Chlorure de strontium	Sr	Strontium (masse molaire 87,6)

43. Eléments chimiques utilisés en aquariophilie récifale

Exemple de calcul de la masse molaire d'une molécule :

$$HCO_3 = H + C + 3xO = 1 + 12 + 3x16 = 37$$

Voici quelques équations chimiques (commentées) pour ne pas confondre les divers moyens qui nous permettent d'ajuster le taux de calcium dans l'aquarium.

Solution 1 : Ajouts séparés de calcium et de carbonates (solutions bi-composants).

On utilise d'une part du chlorure de calcium CaCl_2 et d'autre part des bicarbonates de sodium NaHCO_3 et carbonates de sodium Na_2CO_3 . Nous avons vus précédemment que les équations aboutissent à un déséquilibre ionique et ne sont utilisées que pour augmenter rapidement le taux de calcium.



C'est une solution efficace mais aussi chimique et artificielle, utilisable de temps en temps avec modération. N'oubliez pas que chlorure de calcium et carbonates/bicarbonates de sodium sont conjointement nécessaires.

Solution 2 : RAH : réacteur à calcium ou ajout de 'Kalkwasser'.

Cette technique, mise au point par Peter Wilkens, consiste à utiliser de l'hydroxyde de calcium. L'hydroxyde de calcium sous forme de poudre est mélangé à l'eau, on utilise, après décantation, uniquement la partie claire de ce mélange ou 'eau de chaux' :



Lors de l'introduction du mélange dans l'aquarium, les ions OH^- vont se combiner avec le CO_2 dissous :

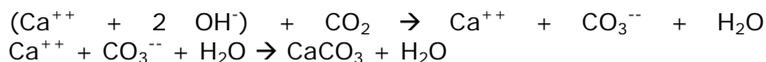


Cela est parfait, nous obtenons donc en plus des ions calcium, les ions bicarbonates (Hydrogénocarbonates) et les ions carbonates !

Notez cependant que nous obtenons pas l'effet tampon des solutions buffer car les bicarbonates disparaissent lors de l'apparition des carbonates, Il faut continuer d'utiliser séparément des solutions buffer pour augmenter le pouvoir tampon (alcalinité) et limiter les variations de pH.

L'ensemble des réactions production de OH⁻ et absorption de CO₂ fait que le réacteur à calcium tend à élever la pH ce qui généralement est considéré comme une bonne chose.

Mais si le CO₂ n'est pas disponible en quantité suffisante ou si on introduit trop rapidement l'eau de chaux il y aura précipitation et production de carbonate de calcium inutilisable :



Le kalkwasser est injecté très lentement en goutte à goutte dans un endroit de très fort brassage et au moment où le taux de CO₂ est le plus fort, idéalement avant la mise en marche de l'éclairage. Le RAH peut être associé à un osmoteur et un programmateur horaire pour assurer la compensation de l'eau évaporée par du Kalkwasser dans la deuxième partie de la nuit au moment où le pH est le plus bas. Cette solution est assez complète et presque parfaite, simple à mettre en œuvre, à la portée d'un débutant mais aux effets limités dus aux contraintes d'injection. C'est une solution de compensation de la chute de calcium largement suffisante dans le cas de conservation de coraux mous.



44. *Turbo sp.* Turbo zébré

Les T. zébrés sont des herbivores efficaces, ici un spécimen de 3 cm.

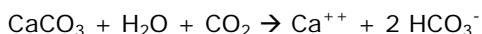
Solution 3 : RAC : réacteur à calcaire.

Le RAC utilise la formule inverse au processus de calcification. Du CO₂ est injecté dans un mélange calcaire CaCO₃ généralement de l'aragonite, pour faire une dissolution de celui-ci en milieu acide¹⁴ :

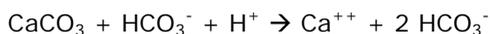
Injection de CO₂ :



Réaction avec le calcaire :



Puis :



L'acidité due à l'injection de CO₂ est ainsi partiellement neutralisée par la dissolution du calcaire, cependant l'eau de sortie est tout de même acide et il faut savoir parfaitement contrôler l'injection de CO₂ pour que pH soit suffisamment bas dans le réacteur pour dissoudre le calcaire sans que le pH soit trop faible en sortie. Pour information : l'aragonite se dissout avec un pH inférieur à 7,5 et la calcite avec un pH inférieur à 6,5 (on voit l'avantage d'utiliser de l'aragonite).

Cette solution est la plus naturelle, son inconvénient est le dosage pointu du CO₂ ainsi que le coûteux matériel nécessaire à la mise en oeuvre (bouteille de CO₂, pH mètre, pompe, etc.). Cette solution est à utiliser si on a déjà un peu d'expérience¹⁵ ou des difficultés à compenser uniquement la perte du calcium avec du Kalkwasser, par exemple en cas de conservation d'un grand nombre de coraux durs.

¹⁴ La technique Jaubert utilisant un substrat en aragonite dans l'aquarium exploite partiellement cette réaction chimique.

¹⁵ Le RAC est utilisable directement en sortie d'un DAS, si vous en avez un, il sert d'échappement pour remonter le pH avec le bénéfice de la génération de calcium.



45. Bouture de *sinularia flexibilis*, de croissance rapide

Les coraux se bouturent très bien, en particulier ce type de sinularia. Il faut trancher une branche proprement avec un cutter. Une bande de téflon permet de ligaturer celle-ci sur une pierre. En quelques jours la bouture est fixée, et la bande de téflon peut être retirée. Quant aux boutures de coraux durs, elles sont collées à la pâte époxy à 2 composants.

Budget prévisionnel

Le budget indiqué ci-dessous n'est qu'indicatif et correspond à un modèle type basé sur l'exemple de réalisation n°1 Aquarium compact équipé avec un minimum de matériel. Avant de vous lancer, vous devrez calculer le coût réel de votre installation une fois vos choix fixés et en fonction des prix pratiqués par les revendeurs.

Achat du matériel

Cuve en verre de 150 L (1m x.5m x.4m), décantation/refuge interne.	200 €
20 Kg de pierres vivantes.	250 €
Ecumeur 2000L/H modèle à dispergateur.	300 €
Rampe d'éclairage HQI + 2 x T8 supra actiniques bleus	350 €
Filtre externe chargé avec des débris de coraux et une poche de charbon actif	100 €
2 pompes de brassage 1000L/H + 1 pompe 2000 L/H équipée d'une crépine filtrante	100 €
3 programmeurs journaliers pour effets de houle +3 programmeurs journaliers pour éclairage	50 €
Un ventilateur 12Volts pour le refroidissement fonctionnant simultanément avec l'éclairage	20 €
Boîtier de raccordement électrique équipé d'un interrupteur différentiel	100 €
Kit de mesure	60 €
Sel	20 €
Substrat	50 €
Osmoseur + petit matériel	150 €
Coût du matériel	1660 €

Le budget prévisionnel pour le matériel s'élève déjà à près de 2000 euro, il reste à acheter les habitants de l'aquarium...

Achat des habitants

Un couple d' <i>Amphiprion ocellaris</i> .	30 €
Un <i>sinularia</i> .	30 €
Deux <i>sarcophiton</i> .	60 €
Un <i>zoanthus</i>	40 €
Un <i>ricordea</i> (ou <i>discosoma/actinodiscus</i>)	40 €
Un <i>xénia</i>	40 €
Un <i>clavularia</i>	40 €
Une <i>Lysmata Amboinensis</i>	20 €
Deux <i>Lysmata Wurdemanni</i>	50 €
Lot de bernards-l'ermite	45 €
Lot d' <i>Astraea</i> et de <i>trochus</i>	30 €
Deux ophiures (à 'pattes lisses')	20 €
Coût des hôtes de l'aquarium	450 €

Si tout va bien, un entretien normal du matériel sera suffisant.

Coût de l'entretien annuel

Changement des lampes	100 €
Additifs	50 €
Osmoseur	50 €
Kit de mesure	40 €
Frais d'électricité (petite consolation, une partie de cette dépense sert à chauffer la maison en hiver...)	200 €
Nourritures	50 €
Masses filtrantes et charbon actif	50 €
Coût de l'entretien annuel	540 €

Budget total prévisionnel	2650 €
----------------------------------	---------------

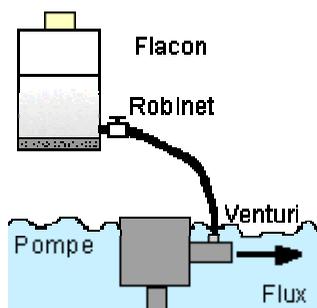
Ce budget reste à affiner selon vos choix et en tenant compte des imprévus. Il faut en moyenne prévoir une somme de 3000 euro pour la première année, puis environ 600 euro par an pour le fonctionnement.

Quelques erreurs à ne pas commettre

Ajouts d'additifs

Il faut être prudent lors de l'ajout d'additifs dans l'aquarium. Le *Kalkwasser* est un produit fortement basique (pH=12) et dangereux pour les organismes de l'aquarium, il faut le doser avec précaution. L'idéal est de disposer d'une décantation qui permet la dispersion des préparations en toute sécurité. Si vous faites les ajouts directement dans l'aquarium voici un petit montage simple à mettre en œuvre.

Le flacon contenant la solution est raccordé à la prise venturi d'une maxiJet® 1200 via un robinet réglé à environ 1 goutte par seconde. La dispersion est assurée et plus de risque de colmatage du tuyau. Le réglage doit tenir compte de l'effet venturi qui crée une bonne dépression et augmente le débit. Bien sûr, pendant la diffusion la pompe est en service. Après utilisation le venturi est rebouché.



46. Dispersion d'additifs

Luttes pour l'occupation du territoire

La lutte pour l'occupation du terrain est acharnée ! Il faut respecter une distance de sécurité entre les différents coraux, ceux-ci sont généralement très agressifs entre eux. Un simple contact entre deux espèces peut être fatal pour le plus faible. Il faut amputer rapidement pour conserver une partie saine et tenter une bouture sinon il y a un risque que la nécrose se propage rapidement (RTN ou *Rapid Tissue Necrosis*) et une dégradation irrémédiable du corail en quelques heures. Heureusement il existe des exemples de cohabitations harmonieuses.



47. Discosoma et zoanthus une cohabitation harmonieuse



48. Les coraux colonisent tout l'espace disponible

Les anémones *aiptasia*

Autre problème, l'envahissement de l'aquarium par les anémones de la famille des *Aiptasia*. Ce sont de petites anémones d'environ 1 à 3 cm avec une simple couronne de tentacules urticantes, transparentes ou brunâtres. Passagers clandestins des pierres vivantes, les *Aiptasia* se multiplient rapidement. L'invasion est cependant sournoise. Vous n'y prenez garde jusqu'à ce que les *aiptasia* commencent à coloniser les zones occupées par les coraux. A ce moment vous constaterez que ce sont de redoutables pestes qui gagnent toujours les combats chimiques et font mourir les coraux dans leur rayon d'action.

La lutte naturelle est le moyen le plus sûr et le plus efficace. Les nudibranches *Berghia verrucicornis* prédateurs des *aiptasia* sont impossibles à trouver en France... Heureusement il reste une arme excellente : Les crevettes *Lysmata Wurdemanni*. Le résultat est impeccable, deux crevettes nettoient l'aquarium en quelques mois. Seul inconvénient : Leur trop grande discrétion, vous ne les apercevrez que rarement.



49. *Aiptasia* l'anémone parasite des aquariums

Les animaux à ne pas acheter

Pour éviter des déconvenues, n'achetez pas :

- 👉 Les sabelles, anémones, éponges (survie très délicate),
- 👉 Les étoiles de mer, les nudibranches (difficilement identifiables et souvent incompatibles avec les coraux),
- 👉 Les holothuries (remarquable nettoyeur du sable mais à réserver aux aquariums de plus de 400 litres, de plus son corps contient des toxines dangereuses s'il meurt),
- 👉 Les gros mollusques ou gros poissons (taille adulte),
- 👉 De façon générale les animaux dont vous n'êtes pas sûr du comportement ou des conditions de leur conservation et de leur type d'alimentation. Les revendeurs les proposent et ne vous mettront pas forcément en garde. Les voir mourir par manque de soins appropriés est totalement déprimant, pensez-y lors de l'achat.

En revanche les passagers clandestins des pierres vivantes : Petits crabes, vers, crevettes, bernards l'ermite, ophiures, etc. qui ne sont parfois classés *indésirables* s'adaptent bien et participent activement au recyclage des déchets.



50. Ces petites feuilles brunes sont des planaires

Les planaires sont inoffensifs individuellement mais leur multiplication risque de couvrir toutes les surfaces de l'aquarium. Si vous n'arrivez pas à contrôler la prolifération ayez recours au poisson prédateur des planaires : *Le pseudocheilinus hexatenia*. Inconvénient : Une fois les planaires disparues, ce poisson se nourrira de la microfaune et appauvrira les ressources de l'aquarium. L'idéal avec ce type de poisson est de disposer d'un bac refuge.

Conclusion : La maintenance de l'aquarium récifal est possible si on accepte les règles

Voilà un portrait peut être contraignant mais aussi réaliste du démarrage d'un bac d'eau de mer pour un débutant. J'ai insisté sur l'aspect technique et les diverses compétences nécessaires, moins sur le côté plaisir et les raisons qui nous poussent à maintenir un morceau de récif tropical dans une maison.

Les conseils cités ici ne sont qu'un aperçu synthétique et partiel des diverses techniques à maîtriser. Après cette introduction, si vous vous sentez partant, je vous invite encore à continuer vos recherches pour collecter toutes les informations nécessaires à la réalisation et la maintenance à long terme d'un aquarium récifal.

J'ai indiqué une direction, il en existe d'autres, il n'y a pas de dogme. Faites-vous votre propre opinion, tenez cependant compte de l'avis et de l'expérience d'autres amateurs. Si vous vous sentez partant, vous découvrirez de grands plaisirs à maintenir un tel bac, l'extrême diversité de la vie qu'il héberge vous permet d'appréhender les interactions entre les organismes vivants et leur environnement tout en vous apportant de formidables moments de détente.

En plus de l'aspect esthétique, qui est réel, et de l'incroyable biodiversité, vous serez surpris de l'équilibre écologique que peut atteindre un tel bac, impression inconnue avec les bacs d'eau douce et FO.

Enfin je rappelle que les coraux sont classés espèce protégée et sont en régression globalement sur la planète et cela du fait de l'activité humaine, vous allez être responsable d'un écosystème fragile et rare. Les aquariophiles se doivent de protéger l'environnement et non pas de l'appauvrir.

Les clés du succès

- ✚ Prenez le temps d'acquérir la connaissance des différentes techniques. Il faut être sûr de ses capacités pour assurer la survie des coraux et des autres animaux.
- ✚ Mettez les moyens nécessaires à la réalisation de votre projet. Commencez avec le bon matériel (éclairage, écumeur, brassage) dès la phase de démarrage. Mettez la quantité et qualité de pierres vivantes nécessaire au volume de l'aquarium. L'achat de pierres vivantes de très bonne qualité et d'arrivage récent est déterminant.
- ✚ Essayez de conserver la biodiversité de départ sans appliquer les conseils trop radicaux concernant les indésirables. Au contraire favorisez le développement des micros animaux (moins de 1mm), crustacés, gastéropodes et mollusques de toutes sortes. Les petits animaux apportés par les pierres vivantes : Gammare, petits crustacés, chitons, petites ophiures et autres vers sont indispensables pour l'équilibre biologique. Faites une introduction de détritivores : *Chitons*, *trochus*, *astraea* et *turbo* (gastéropodes herbivores), bernards-l'ermite, ophiures, crevettes. Ces animaux s'acclimatent bien et sont efficaces dans l'entretien de l'aquarium. Privilégiez un grand nombre de producteurs et de décomposeurs pour un petit nombre de consommateur et très peu de prédateurs (poissons). Il faut toujours favoriser la biodiversité au détriment de l'esthétique pure et ne pas juger de l'utilité d'une créature à son aspect.
- ✚ Choisissez les espèces robustes réputées pour leur bonne adaptation aux conditions de l'aquarium. Refusez d'acheter les espèces protégées, commercialisées dans de mauvaises conditions ou sans vraie chance de survie. Offrez aux animaux un environnement satisfaisant.
- ✚ Ne soyez ni impatient ni impulsif. Il vous faut toujours réfléchir et agir avec précaution. Procédez avec calme et patience devant chaque difficulté. Quelques minutes de réflexions ou une nuit sont toujours préférables à une action instinctive. Mieux vaut de rien faire que faire n'importe quoi au hasard. L'équilibre biologique peut être brutalement rompu et une simple erreur peut avoir pour conséquence la fin prématurée de votre hobby !

- 🐠 Vous devrez apprendre à justement doser les apports de nourriture, le brassage, la lumière, les additifs pour bien équilibrer les paramètres physico-chimiques.
- 🐠 Il vous faudra toujours être disponible. Etre un bon observateur, attentionné, sensible aux évolutions de l'aquarium. Vous noterez dans un journal de bord les principaux évènements concernant l'aquarium. Rien ne sera définitivement acquis.
- 🐠 Proscrivez tout produit ajouter pour tenter de supprimer un quelconque animal ou végétal. Cette recommandation est également vraie pour les médicaments, y compris ceux dits 'à usage récifal'. L'action d'un remède est incontrôlée sur les bactéries, la microfaune et la microflore assurant l'épuration. Bien entendu, le cuivre utilisé en FO est totalement exclu, celui-ci étant extrêmement toxique pour les invertébrés. Privilégiez plutôt une bonne hygiène et les solutions naturelles (prédateurs).
- 🐠 Enfin ne soyez pas trop directif, respectez les cycles naturels sans lutter en permanence et laissez la nature aller dans la direction qu'elle choisit.

Ce sont mes conseils pour mettre les chances de votre côté et assurer la maintenance à long terme de votre aquarium.



Lorsque les coraux prospéreront dans votre aquarium, pensez à proposer vos boutures aux débutants !

Quelques sites Internet

Pour aller plus loin, quelques liens choisis parmi les sites Internet consacrés à l'aquariophilie marine et aux aquariums récifaux.

Les sites sont classés par ordre alphabétique. La liste n'est pas exhaustive et a été constituée en 2005, avec une forte préférence pour les sites en langue française. J'en profite pour saluer les passionnés qui ont pris le temps de mettre, à la disposition de tous, leur expérience. Un GRAND MERCI à eux et aussi à leur famille qui doit supporter tous les jours un « *récifaliste* ».

Abri sous roche <http://www.abrisousroche.com/>

Advanced Aquarist <http://www.advancedaquarist.com/>

Albert Thiel <http://www.athiel.com/fran/intro.htm>

Anumarin <http://www.annumarin.net/>

Aqua Reef <http://aqua.reef.free.fr/>

AquaBase <http://www.aquabase.org/>

AquaFirst <http://www.aquafirst.com/>

Aquanet <http://users.skynet.be/ThomasD/index03.html>

AquaPhoto <http://www.cornu.net/>

Aquaplaisir <http://www.aquaplaisir.com/>

Aquarécif <http://aquarecif.fr.st/>

Aquarium frontiers http://www.reefs.org/library/aquarium_frontiers

BiblioReef <http://www.biblioreef.net/>

Bleu lagune <http://www.bleu-lagune.com/>

Circop <http://www.circop.com/>

Cites <http://www.cites.org/fra/index.shtml>

Corallium <http://www.corallium.net/>

CyberAqua <http://cyberaqua.free.fr/>

FAQ Aquamer <http://www.faquamer.net/>

ForumAqua <http://www.forumaqua.com/modules/news/>

France NanoRecif <http://francenano.planet-work.com/>

GARF Fondation <http://www.garf.org/>

Immersion <http://yannick.ghignon.free.fr/Immersion.htm>

L'ami du Récif <http://philprem.free.fr/index2.htm>

Le Bac à Léon <http://www.lebacaleon.com/>

Mars <http://mars.reefkeepers.net>

MicroRecif <http://microrecif.neuf.fr/>

MiniRecif <http://minirecif.free.fr/>

Récif du vendredi <http://www.recifdುವendredi.org/>

Récif France <http://www.recif-france.com/>

Recif'Me <http://dive.to/recifme>

Recifs site de Guy Chaumont <http://www.recifs.net/>

Reef Dream <http://www.reef-dream.com/>

Reef gardian <http://www.reef-guardian.com/>

Reef <http://www.recifs.org/>

Reef Org <http://www.reefs.org/>

ReefKeepers <http://www.reefkeepers.net/>

Reefkeeping <http://www.reefkeeping.com/translations/french/>

Reef-Passion <http://www.reef-passion.com/>

ReefsUK <http://www.reefsuk.com/>

Site perso Michael Comes <http://michael.comes.free.fr/accueil.htm>

TechRecif <http://www.techrecif.com/>

The big Faille <http://www.thebigfaille.com/>

The Wet Web Media <http://www.wetwebmedia.com/>

Ugo's Reef <http://perso.wanadoo.fr/hugo.margo/>

Sur ces sites Internet vous trouverez d'autres liens qui étendront vos investigations, l'aquariophilie récifale est bien présente sur le web !

Abréviations, Glossaire

Abréviations.

Ca Calcium élément chimique qui, avec le carbonate (CO_3), est un élément constitutif du calcaire (CaCO_3) nécessaire à la croissance des plantes et des animaux (synthétisé sous forme de calcite ou d'aragonite). Pour compenser l'appauvrissement naturel du calcium et des carbonates dans l'aquarium on utilise un réacteur à calcaire (RAC), ou bien un Réacteur A Hydroxide de calcium (RAH), de l'eau de chaux (*Kalkwasser*) ou bien encore du chlorure de calcium associé à un mélange de bicarbonate, carbonate et borate de sodium (*buffer*).

DAS Dénitrateur Autotrophe sur Soufre. Ce principe de filtration sert à épurer l'eau des nitrates. Il a été développé par Marc Langouet et consiste à faire passer très lentement l'eau à dans une enceinte contenant des billes de soufre dont la surface est colonisée par des bactéries anaérobies capables d'extraire l'oxygène nécessaire à leur métabolisme des nitrates en milieu hypoxique (lorsque la concentration de l'oxygène dissout dans l'eau est très faible). Ces bactéries sont capables de transférer l'oxygène des nitrates (NO_3) sur du soufre libre pour former des sulfates (SO_4) et de l'azote gazeux (N_2). Ce sont des bactéries *autotrophes*. Le problème de ce système réside en la production de CO_2 et de H^+ . Il est possible de faire suivre le DAS d'un RAC pour absorber le CO_2 , mais même avec cela le DAS abaisse le pH du bac (excès de H^+). Il existe d'autres dénitrificateurs *externes* fonctionnant avec des bactéries *hétérotrophes* consommant du carbone organique. Leur usage est plus contraignant car il faut apporter régulièrement du carbone (glucose ou alcool). NB Pour cette raison le glucose ou la vodka introduits directement dans l'aquarium servent aussi à 'doper' un berlinois ou un 'Jaubert' hébergeant cette famille de bactéries. *CF Cycle de l'azote.*

DSB Deep Sand Bed, ou bac 'Ron' (de Ron Shimek). Système de filtration biologique. Un épais lit de sable fin sert de support pour cultiver les bactéries anaérobies consommatrices de nitrates (bactéries *hétérotrophes* utilisant des composants organiques *CF DAS*). Le système mis au point et breveté par le docteur Jean **Jaubert** spécifie en plus l'utilisation d'un plénum, couche d'eau confinée sous le sable, assurant l'équilibre en O_2 des couches basses en quasi anaérobie. La méthode **Berlinoise** utilise quant à elle, des pierres poreuses appelées **Pierres Vivantes** (abréviation souvent utilisée = PV) comme support aux bactéries. Avec ces méthodes de cultures de bactéries hétérotrophes la dénitrification peut avoir lieu au sein même de l'aquarium (contrairement au DAS vu précédemment).

FO Fish Only, aquarium de poissons sans invertébré. Ce type d'aquarium à des critères de fonctionnement moins strictes qu'un bac récifal, en particulier au sujet des nitrates et des phosphates ainsi que pour le matériel mis en œuvre (éclairage). Il est plus simple à mettre en œuvre. Le choix des poissons est plus large qu'en récifal.

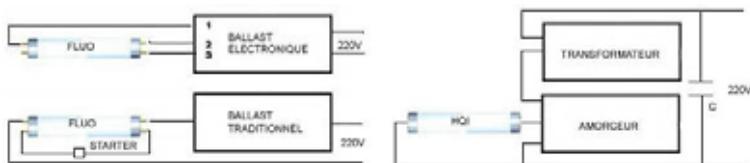
G à G Goutte à Goutte, **g** = gramme, sous unité **mg** = milligramme.

GH ou **TH** ou **DH** Titre ou dureté hydrotimétrique, indice de dureté totale de l'eau (inexploitable en eau de mer). En fait nous utilisons le KH ou dKH (titre allemand) ou TAC (titre français) qui est l'indice de dureté carbonatée ou d'alcalinité de l'eau, cette dureté est dite temporaire car elle disparaît lors de l'ébullition. Nous essayons de conserver une eau dure (alcaline) et un dKH > 8° pour deux raisons :

- 1) Il absorbe les baisses de pH par son action tampon.
- 2) Il permet la synthèse du calcaire par les organismes vivants.

Nous utilisons pour cela un RAC ou des solutions 'buffer' associant bicarbonate de sodium, carbonate de sodium et borate de sodium. L'ajout d'un 'buffer', comme celui de calcium, doit être fait très régulièrement sans modification brusque. *CF. Le chapitre Les additifs.*

HQI Lampe à décharge, mercure haute pression aux halogénures métalliques. Excellente solution pour assurer l'éclairage du bac. L'alternative aux HQI est l'utilisation de combinaison de tubes fluorescents, T5 si possible. Tubes fluorescents et HQI nécessitent l'utilisation de montages ballast ou transformateur. Les embouts et les projecteurs doivent être étanches (conformes à la norme IP67).



51. Montages à ballast pour tubes fluo et HQI

LPS Large polyped scleractinian et **SPS** Small polyped scleractinian. Désignent réciproquement des coraux durs à longs polypes (par exemple Euphyllia) et les coraux durs à petits polypes (par exemple acropora). Cultiver et propager les scléactiniaires est le but de chaque récifaliste.

Im Lumen unité de quantité de lumière. Autres unités : **A** = Ampère unité de valeur de courant électrique, sous unité le mA milliampère, **V** = Volts unité de valeur de tension électrique, **W** = Watt unité de puissance électrique. Relation **W = V x I**

NH₄ Ammonium, **NH₃** Ammoniac, **NO₂** Nitrites, **NO₃** Nitrates, **N₂** Azote. Molécules chimiques participant au 'cycle de la transformation de l'azote' qui consiste en la transformation biologique des déchets composés d'azote organique en ammonium/ammoniac, puis en nitrites (bactéries *nitrosomonas*), puis nitrates (bactéries *nitrobacter*), et enfin le gaz neutre azote (bactéries *pseudomonas* ou *thiobacillus*). L'étape de transformation des déchets en nitrates s'appelle nitratisation, elle est effectuée par des bactéries aérobies. La transformation des nitrates en azote s'appelle dénitratisation, elle est faite par des bactéries anaérobies. Seules ces bactéries anaérobies permettent de 'boucler' le cycle de l'azote, c'est à dire à épurer complètement l'aquarium des nitrates.

Eléments chimiques présents dans l'eau de notre aquarium :

O₂ Oxygène, **H₂O** Eau, **CO₂** Gaz carbonique, **PO₄** Phosphates, **Ca** Calcium, **Mg** Magnésium, **I** Iode, **Sr** Strontium.
CF Figure 43 Eléments chimiques présents en aquariophilie récifale.

pH Potentiel Hydrogène. Le pH sert à mesurer l'acidité de l'eau. Il est noté sur une échelle logarithmique de base 10. La valeur neutre est de 7, un pH de 8 est 10 fois plus basique, de 9 est 100 fois plus basique, un pH de 6 est 10 fois plus acide, etc. Le pH se mesure à l'aide d'indicateurs colorés, ou mieux, par électrométrie (mesure fine de différences de potentiel électrostatique) à l'aide d'un pH-mètre.

Dans nos bacs nous essayons de conserver un pH légèrement supérieur à 8 et le plus stable possible, en effet la valeur du pH tend à varier en fonction de la photosynthèse : Le pH du matin est plus bas (acide, par ex. 7,9) que le pH du soir (basique, par ex. 8,2), Voir les variations du pH. Ce n'est pas le cas dans la nature (volume de l'océan infini). Le pH varie aussi en fonction de la température.

Le pH permet de juger de l'état d'équilibre CO₂ – carbonate dans l'aquarium. Cet équilibre peut être modifié par des facteurs physiques comme par des facteurs biologiques. Ainsi une production in situ de gaz carbonique, par la respiration des organismes marins et par les processus de minéralisation des matières organiques mortes, tend à abaisser le pH de l'eau. A l'inverse, une eau peu productive, peu chargée en matière organique, aura un pH élevé.

Ne pas confondre le pH avec le **rH** combinaison du redox potentiel d'oxydo-réduction de l'eau exprimée en mV (par ex : 350mV) et du pH par la formule : $rH = pH \times 2 + \text{redox} / 29,58$

Le rH est une bonne indication de la qualité globale de l'eau, il faut essayer de le maintenir au-dessus de 27.

Un générateur d'ozone peut être utilisé pour remonter le potentiel redox (oxydation par augmentation du taux de O₂). Autre possibilité l'utilisation de permanganate de potassium (KMNO₄). Ces techniques sont cependant réservées à l'usage d'aquariophiles expérimentés possédant un matériel adapté. NB : Le redox est nommé *ORP Oxydo-Réduction Potentiel* en anglais.

PPM *Partie Par Million* (équivalent à mg/l milligramme par litre).

PPT *Part Per Thousand* (Partie Pour Mille).

PV *Pierres Vivantes*. Certaines pierres poreuses peuvent servir de support à la microflore et à la microfaune et en particulier aux bactéries aérobies et anaérobies chargées du retraitement des déchets. *CF Cycle de l'azote*. La meilleure solution est d'utiliser des débris de coraux colonisés en milieu naturel. La quantité nécessaire est d'environ 30% du volume total de l'aquarium.

RAC *Réacteur à calcaire*. Un substrat calcaire placé dans une cuve est dissout par injection lente de CO₂ libérant calcium et carbonates (avec l'abaissement du pH en sortie du réacteur). Le *Réacteur A Hydroxyde de calcium RAH* utilise une solution de *Kalkwasser* (technique utilisant de l'eau de chaux mise au point par Peter Wilkens) pour augmenter le taux de calcium avec, dans ce cas, une élévation du pH. On voit donc que les deux réacteurs, bien que chargés de la même fonction : élévation du taux de calcium, peuvent avoir des comportements opposés vis à vis du pH.

RTN *Rapid Tissue Necrosis*, maladie entraînant la mort très rapide (en quelques heures) des polypes des coraux durs. Seule parade connue : L'amputation immédiate des parties nécrosées et le bouturage rapide de la partie saine.

TA Titre Alcalimétrique simple : Mesure de la teneur d'une eau en hydroxydes et de la moitié de sa teneur en carbonates. Le TA s'exprime en degrés français (°F). La notion équivalente allemande est exprimée en degrés allemands (°dH). En aquariophile marine seul le *TAC* est utilisé.

TAC titre alcalimétrique complet : Teneur d'une eau hydroxydes, en carbonates et en bicarbonates (ou hydrogénocarbonates). Le TAC s'exprime en degrés français (°F). La notion équivalente allemande est exprimée en degrés allemands (°dKH) par la relation : $1^{\circ}\text{TAC} = 0,56^{\circ}\text{dKH}$ et $1^{\circ}\text{dKH} = 1,7857^{\circ}\text{TAC}$.

UV *Voir ULTRA VIOLET*. Lampe bactéricide utilisée dans un appareil de stérilisation pour combattre une infection. Cette technique est surtout utilisable dans les bacs FO.

Glossaire

ABIOTIQUE : Zone où il ne peut exister aucune forme de vie. Qualifie les paramètres les éléments non vivants de l'environnement : Lumière, sol, courant, etc.

ACIDE : Solution aqueuse contenant des ions hydrogène H^+ . l'acidité caractérise la teneur en acide, une solution est d'autant plus acide que son pH est faible (au-dessous de 7).

ADSORPTION : Processus physique d'adhésion de substances dissoutes ou dispersées à la surface d'un corps solide. *Voir charbon actif.*

AERATION : Introduction d'air dans l'eau. L'objectif est l'appauvrissement de l'eau en gaz initialement dissous CO_2 , NH_3 , ... Une bonne aération réalise la dissolution de l'air dans l'eau (par exemple avec écumeur) et/ou le brassage.

AÉROBIE : Être vivant (bactérie), ou tout autre processus exigeant la présence d'oxygène pour se développer. (Contraire : anaérobie)

AHERMATYPIQUE : Ne participe pas à l'élaboration du récif corallien.

AIRE DE REPARTITION : Zone géographique délimitant la totalité de la population d'une espèce. L'aire peut-être présente uniquement dans une zone ou au contraire dispersée.

ALGUE BLEUE - VERTE : Organisme photosynthétique appartenant aux cyanobactéries.

ANAÉROBIE : Être vivant (bactérie), ou tout autre processus exigeant l'absence d'oxygène pour se développer. (Anaérobiose : Vie en milieu dépourvu d'oxygène).

ANION : Ion chargé négativement (HCO_3^- , OH^-)

ANTHOZOAIRES : La classe des coraux, des alcyonaires (coraux mous), des gorgones, des anémones. Une des quatre classes de Cnidaires (avec les Hydrozoaires, les Scyphozoaires et les *Cubozoaires*). Signifie Animal-Fleur. Les Anthozoaires sont subdivisés en deux sous-classes : les Octocoralliaires qui comportent 8 (ou un multiple de 8) tentacules autour de la bouche et les Hexacoralliaires (6 ou un multiple de 6 tentacules).

ANTHROPIQUE (du grec anthropos, homme) : Qui est propre à l'homme.

ANTHROPOMORPHISME : Qui consiste à attribuer les sentiments, les passions, les actes, et les traits de l'homme aux animaux.

AQUIFÈRE : Couche de terrain poreuse contenant de l'eau.

ATTERRISSEMENT : Passage progressif du milieu aquatique au milieu terrestre.

AUTOÉPURATION : Ensemble des processus biologiques permettant l'épuration naturelle d'un milieu aquatique par l'intervention de micro-organismes minéralisateurs (bactéries, champignons, algues...). C'est à dire la dégradation et consommation de la matière organique (pollution) par la photosynthèse, la respiration animale et végétale, les processus chimiques (oxydoréduction...) et aussi physiques (dilution, dispersion, adsorption...).

AUTOTROPHE : Organisme capable de subvenir seul à ses besoins métaboliques en synthétisant par lui-même les sources de carbone qui le compose à partir d'éléments minéraux. C'est le cas de la plupart des plantes chlorophylliennes qui utilisent la lumière comme source d'énergie.

AZOOXANTHELLE : Qui ne possède pas de *zooxanthelles* symbiotiques.

BALANCE IONIQUE DE L'EAU : Bilan des cations et anions contenus dans eau. Dans ce bilan les totaux doivent s'équilibrer puisque, dans une solution aqueuse saline, la somme des cations est égale à celle des anions.

BASE : Solution aqueuse contenant des ions hydroxyde OH⁻. Une solution est d'autant plus basique que son pH est élevé (sup. à 7).

BENTHIQUE : Zone correspondant au fond de l'aquarium. Organismes aquatiques, végétaux et animaux, qui vivent au contact du sol ou à proximité immédiate.

BENTHOS : Ce qui vit sur le fond.

BIO INDICATEUR : Organisme qui réagit par diverses modifications à la présence d'une substance et est capable de traduire de façon directe et évidente aux modifications de son écosystème. (Syn. : Indicateur biologique).

BIOCENOSE : Une biocénose est constitué par l'ensemble des êtres vivants (végétales et animales) qui peuplent un espace donné (le biotope). Un biotope et une biocénose constituent un écosystème. Le terme de biocénose, désigne l'ensemble des trois groupes écologiques fondamentaux d'organisme qui peuplent tout écosystèmes (soit, les producteurs, les consommateurs et les décomposeurs).

BIODIVERSITÉ : Diversité biologique. Variété des espèces vivantes peuplant un écosystème.

BIOGÈNE : Élément produit par la vie ou provenant d'êtres vivants. Substance nécessaire à la vie. (Biogenèse : ensemble des processus ayant permis l'apparition de la vie).

BIOGEOGRAPHIE : Etude de la répartition géographique du monde vivant dans les divers écosystèmes continentaux et océaniques.

BIOLOGIE Du grec Bios (vie) et Logos (science) : Il s'agit de la science qui étudie les êtres vivants en général et les relations qu'ils établissent entre eux et avec leur environnement.

BIOMASSE : L'ensemble de la matière vivante présente à un niveau trophique donnée dans un écosystème ou correspondant à celle d'une population d'une espèce donnée dans une communauté. On distingue aussi souvent la biomasse des autotrophes et celle des consommateurs. Remarque : la biomasse décroît dans un écosystème au fur et à mesure que l'on s'élève dans les niveaux trophiques.

BIOMINERALISATION : Transformation par un organisme vivant des ions en solution dans le milieu extérieur en une structure cristalline organisée : Le biominéral. Par exemple :

- ✚ Les microcristaux chez certains invertébrés marins (spicules de corail rouge ou d'éponges),
- ✚ Les structures des récifs coralliens.

BIOSPHERE : Portion du globe terrestre dans laquelle la vie s'est développée.

BIOTIQUE : Qui est propre à la vie. Le milieu biotique est constitué par les organismes vivants - Facteurs écologiques biotiques : liés à l'activité ou au métabolisme d'êtres vivants. (Contraire : abiotique).

BIOTOPE : Ensemble d'éléments caractérisant un milieu présentant des caractéristiques physiques et chimiques homogènes, constituant l'environnement d'un écosystème donné.

BIVALVE : Mollusque qui a une coquille constituée de deux parties reliées par une charnière.

BLANCHISSEMENT : Perte de la coloration des coraux laissant voir le squelette blanc. Il est consécutif à la perte des *zooxanthelles* symbiotiques et des pigments photosynthétiques. Les causes peuvent être : Une température trop élevée, une intensité anormale d'ultraviolets, l'augmentation de la pression partielle en CO₂, ...

BLOOM ALGAL : Prolifération rapide d'algues, généralement causée par de fortes concentrations d'éléments nutritifs dans l'eau et des conditions favorables, par ex. Lors d'une eutrophisation.

BROUTEUR : Qui racle les rochers pour détacher les algues.

CALCIFICATION : Processus où les ions calciums et carbonates sont combinés pour former des squelettes calcaires.

CARNASSIER, CARNIVORE : Animaux prédateurs se comportant en consommateurs secondaires dans les réseaux trophique.

CATION : Ion chargé positivement (exemples : Ca^{++} , Na^+ , H^+).

CARBONATE : Minéral formé par la précipitation de carbone inorganique dissous (bicarbonate formé par dissolution dans l'eau du gaz carbonique). Le carbonate peut être associé au calcium (calcaire), au magnésium et au calcium (Dolomie), au cuivre (malachite) ou bien au strontium (Strontianite).

CHAINE ALIMENTAIRE : Terme désignant les relations trophiques qui unissent les organismes de niveau trophique différents à l'intérieur d'une même communauté. Dans un écosystème, les liens qui unissent les espèces sont alimentaires. On distingue trois catégories d'organismes :

- ✚ les producteurs (les végétaux)
- ✚ les consommateurs (les animaux) ; il existe trois types de consommateurs :
 1. les herbivores qui se nourrissent des producteurs, on les appelle consommateurs primaires
 2. les carnivores primaires ou consommateurs secondaires qui se nourrissent des herbivores
 3. les carnivores secondaires, consommateurs tertiaires qui se nourrissent des carnivores primaires
- ✚ les décomposeurs (les bactéries, champignons) qui dégradent les matières organiques de toutes les catégories et restituent au milieu les éléments minéraux.

Ces relations forment une *chaîne* où chaque individu mange le précédent et est mangé par celui qui le suit. Chaque maillon constitue un *niveau trophique*. La niche écologique est ce que partagent deux espèces animales quand elles habitent le même milieu et qu'elles ont le même régime alimentaire. Ainsi, deux espèces ayant la même niche sont en compétition.

CHARBON ACTIF : Matériau poreux à haute capacité d'adsorption, obtenu par la carbonisation de végétaux ou de minéraux tels que bois, tourbe, anthracite, noix de coco. Le charbon actif à usage aquariophile marine se présente sous forme de grains contenant très peu de phosphates. Sa surface spécifique est très importante : de l'ordre de $1000 \text{ m}^2/\text{g}$. Utilisé pour l'élimination de diverses substances autrement difficiles à piéger.

CHAROGNARD : Espèces animales qui se nourrissent des cadavres et regroupant les nécrophages et les saprophages.

CLIMAX : Etat stable vers lequel tend un processus écologique dans des conditions naturelles constantes, sans l'intervention de l'homme.

CNIDAIRE : Animal qui possède des cellules urticantes. Les Cnidaires regroupent les anthozoaires et les *méduzoaires*. Le corail en fait partie, tout comme les anémones de mer et les méduses. Ils se présentent sous l'aspect d'un sac à une seule ouverture faisant office à la fois de bouche et d'anus, entourée de tentacules. La bouche s'ouvre sur une cavité, le *coelentéron*, ou cavité gastro vasculaire, appareil digestif et circulatoire.

COLONIE : Formée par bourgeonnement d'un organisme initial et dont les individus vivent en étroite relation les uns avec les autres (partage de ressources...). C'est ainsi qu'il est possible de les dénommer super organisme. La colonie peut, par fragmentation artificielle ou naturelle, donner de nouveaux individus qui seront à l'origine d'une nouvelle colonie. Très fréquent chez les Cnidaires et les Bryozoaires (ou Ectoproctes). À différencier d'une société, formée d'individus issus d'une reproduction sexuée.

COMMUNAUTE : Synonyme de *biocénose*. Terme utilisé pour désigner des sous-ensembles d'une biocénose par exemple : les communautés des saprophages, des herbivores, les organismes planctoniques autotrophes...

COMPETITION : Lutte pour la possession des ressources communes de deux espèce énergétique et habitat. On peut citer comme ressources : La nourriture en générale : Proie pour le prédateur et minéraux pour un végétal, L'oxygène (pour les hétérotrophes) et le CO₂ (pour les plantes), le milieu et sa capacité d'accueil (abris), la qualité du substrat. *CF Chaîne alimentaire.*

CONCEPT DE STRATEGIE : Caractéristique d'un type d'adaptation d'une population ou d'une communauté vivante à des conditions environnementales particulières. Méthode d'adaptation aux conditions écologiques.

CONDUCTIVITE : Aptitude d'une eau à permettre le passage du courant électrique. La conductivité, inverse de la résistivité, est proportionnelle à la concentration en minéraux dissous (sels).

CONSOMMATEUR : Désigne les être vivants qui constituent les niveaux trophiques qui dépendent soit directement (herbivores), soit indirectement (carnivores) de la production végétale.

CORAIL : Ce nom est imprécis, il a été donné initialement au corail rouge de Méditerranée (corail des bijoutiers ou *Corallium rubrum*). Ce mot désigne actuellement de nombreuses espèces de Cnidaires dont les caractéristiques anatomiques et biologiques peuvent être très différentes :

Ils peuvent en effet fuir la lumière et vivent dans les profondeurs de la mer (corail rouge de Méditerranée) ou au contraire à proximité de la surface des eaux pour faire bénéficier leurs symbiotes d'un ensoleillement maximal. Ils appartiennent principalement à la classe des Anthozoaires (Octocoralliaires : coraux mous, corail rouge, gorgones, corail bleu ; hexacoralliaires : coraux constructeurs de récifs, corail noir) mais également à celle des Hydrozoaires (corail de feu).

CORALLIVORE : Animal carnivore qui se nourrit essentiellement de coraux.

CRUSTACE : Classe d'animaux à pattes articulées dont le corps est souvent recouvert d'une carapace calcaire (ex : crabe, crevette).

CYANOBACTÉRIE : Classe d'organismes photosynthétiques .

DECANTATION (Familièrement 'Décant') : Aquarium technique additionnel raccordé généralement à l'aquarium principal par une surverse captant l'eau de surface le débarrassant du film de protéines. Cet aquarium comporte habituellement plusieurs compartiments assurant : La décantation des sédiments aspirés, le logement pour les appareils techniques (écumeur, chauffage, RAC, DAS, etc.) et éventuellement un 'refuge' qui est un lieu où la microfaune et la végétation sont à l'abri des prédateurs.

DECOMPOSEUR : Etre vivant constitué par les micro-organismes, qui décomposent et minéralisent les fragments et débris de végétaux.

DEGRES FRANCAIS : Unité de concentration des substances chimiques en solution aqueuse. Cette unité est appliquée en particulier à l'expression : du Titre Hydrotimétrique (TH), du Titre Alcalimétrique simple (TA), du Titre Alcalimétrique Complet (CF TAC).

DENSITE ECOLOGIQUE : Rapport entre l'effectif d'une population et la surface utilisable de l'écosystème.

DETRITIVORE : Etre vivant qui se nourrit de déchets d'origine végétale ou animale constituant la matière organique morte. Ceux-ci jouent un rôle essentiel dans le processus d'humification.

DÉTRITUS : Matière en suspension d'origine organique ou minérale.

DINOFLAGELLES (*Zooxanthelles*) : Les dinoflagellés (du grec "dinos" tourbillon) sont généralement de couleur marron, ils ont un diamètre de 10 à 12 µm. Ils peuvent être autotrophes, hétérotrophes ou *mixotrophes*. Ils peuvent vivre libre et dans certaines conditions écologiques ils peuvent alors proliférer et donner lieu au phénomène d'eaux rouges et sécréter des toxines (*saxitoxine*) pouvant provoquer une mortalité considérable des animaux du benthos et du plancton, ou rendre très dangereuse, pour l'homme, la consommation de coquillages ou de poissons (cas de *Gonyaulax* par exemple).

Ils peuvent aussi vivre en symbiose avec de nombreux protistes (ciliés, foraminifères, radiolaires) ou invertébrés marins (spongiaires, cnidaires, mollusques). Les dinoflagellés les plus fréquemment rencontrés dans les symbioses marines avec les Cnidaires appartiennent au genre *Symbiodinium*.

DURETE : Teneur en calcium et magnésium. S'oppose à la formation de mousse avec le savon. *Le titre hydrotimétrique* TH (ou TH total, ou dureté totale) indique globalement la concentration en ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} , *Le titre hydrotimétrique calcique* (ou TH calcique, ou dureté calcique) exprime la concentration en ions calcium Ca^{2+} *Le titre hydrotimétrique magnésien* (ou TH magnésien ou dureté magnésienne) exprime la teneur en ions magnésium Mg^{2+} . Les titres hydrotimétriques s'expriment pour l'aquariophilie marine en degrés allemands dKH.

DYSTROPHE : État d'un milieu dulçaquicole caractérisé par un apport excessif d'éléments minéraux nutritifs dû à diverse causes de pollution qui provoquent une eutrophisation accéléré des eaux.

EAU D'APPOINT : Eau douce ajoutée pour compenser les pertes par évaporation. Généralement obtenue à partir d'un osmoseur pour garantir un faible taux en nitrates, phosphates, chlore.

EAU DOUCE : Eau définie comme étant l'opposé d'une eau salée.

EAU SALEE : Eau utilisée lors du remplissage initial puis pour tous les renouvellements périodiques. Obtenue en ajoutant à chaque litre d'eau douce (osmosée ou de bonne qualité) environ 35 g de sel synthétique complet pour un usage récifal (*Reef*).

ECHINODERME : Phylum contenant des animaux qui possèdent des 'piquants' comme les oursins. Ils se déplacent grâce à de courts tentacules parfois terminés par une ventouse (appelés les ambulacres, les podias ou les pieds ambulacraires). Certains s'en servent également pour respirer ou se nourrir (ex : étoile de mer).

ÉCOLOGIE du grec Oikos (maison, habitat) et Logos (science) : Science dont l'objet est l'étude des inter-relations des êtres vivants avec leur environnement.

ÉCOSYSTÈME : Unité écologique constituée d'une biocénose (les êtres vivants) et d'un biotope (le milieu).

ECOTONE : Zone de transition entre différents écosystèmes, les écotones renferment souvent une diversité et une richesse spécifique élevée du fait de la spécificité des caractères écologique cette zone de transition. *CF Refuge*.

ÉCUMEUR : Un écumeur sert à extraire des molécules dites tensioactives. Ce sont des molécules mixtes attirées à la fois par l'air et par l'eau. Pour les piéger il faut générer une surface de contact air/eau puis extraire l'écume formée. Un bon écumeur produit de fines bulles (mais pas trop) ainsi qu'un contre-courant permettant d'augmenter le temps de contact entre l'air et l'eau.

EFFET DE GROUPE : Phénomène caractérisé par une stimulation des performances des individus d'une population lorsque la taille de la population s'accroît.

EFFET DE MASSE : Effet défavorable résultant du surpeuplement sur les performances d'une population. L'effet de masse se traduit par un ralentissement de la vitesse de croissance des juvéniles, une diminution de la fertilité des femelles et une augmentation du taux de mortalité.

ENDEMIQUE : Espèce native d'un lieu donné, et que l'on ne trouve nulle part ailleurs.

ENVIRONNEMENT : Tout ce qui entoure un organisme vivant. Par exemple, le lieu de vie d'une espèce et les différents facteurs biotiques et abiotiques qui l'entoure.

EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE : Etat d'une eau dont les teneurs en calcium, CO₂ libre, bicarbonates et carbonates sont telles que, mise en contact avec du calcaire, ses caractéristiques ne changent pas.

ESTRAN : Littoral compris entre le niveau de la haute mer et le niveau de la basse mer.

EURYHALIN : Organisme aquatique présentant une tolérance élevée pour les variations de salinité des eaux.

EURYOXYBIONTE : Organisme aquatique présentant une tolérance élevée pour les variations de concentration en oxygène dissous.

EURYTHERME : Organisme aquatique présentant une tolérance élevée pour les variations de température.

EUTROPHE : Se dit d'un milieu aquatique riche en éléments minéraux nutritifs et en matière organique, dont la production biologique et la biomasse sont élevées. *Opposé à Oligotrophe.*

EUTROPHISATION : Processus naturel de pollution qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues et que celles-ci prolifèrent. Les principaux nutriments à l'origine de ce phénomène sont les phosphates et les nitrates.

FILTRE A DIATOMEES : Filtre constituée de carapaces siliceuses de diatomées fossilisées très petits (5 à 100 µm).

FILTREUR : Animal qui filtre les particules en suspension dans l'eau.

GASTEROPODE Classe de mollusque au corps mou souvent protégé par une coquille.

HELIOPHILE Du grec Helios (dieu du soleil), Espèce dont l'activité photosynthétique est maximale en pleine lumière qui exige un fort éclairage pour se développer normalement. Opposée des espèces *sciaphile*. Les coraux **SYMBIOTIQUES** hébergent des *zooxanthelles* (algues symbiotiques réalisant la photosynthèse).

HERBIVORE Qui se nourrit de végétaux. Par extension '*Alguivores*' qui se nourrit plus précisément d'algues.

HERMATYPIQUE : Participe à l'élaboration du récif corallien.

HETEROTROPHE Organismes prélevant dans le milieu extérieur des substances organiques dont ils ont besoin (herbivore, carnivore...). Opposé au autotrophes (les plantes).

HEXACORALLIAIRE : Sous-classe des Anthozoaires, dont la bouche est entourée de 6 ou un multiple de 6 tentacules. Cette sous-classe comporte les anémones de mer (Actiniaires), les coraux constructeurs de récifs (*Scléractiniaires* ou Madréporaires), les *Cérianthes*, les *Zooanthaires* et les *Antipathaires* (corail noir).

HYDROPHILE Désigne les substances solubles dans l'eau. Désigne aussi les espèces vivant dans les zones humides ou aquatiques.

HYDROPHOBE Désigne les substances insolubles dans l'eau.

INDICES Valeur caractéristique d'un système écologique donné, correspondant aux valeurs de paramètres écologiques propre à un biotope, une population ou une communauté toute entière. Par ex :

- ☛ Indice biotique (Indice permettant de déterminer la qualité de l'eau à partir de critères donnés).
- ☛ Indice de condition (Indice qui décrit l'état physiologique d'un animal).
- ☛ Indice de diversité (concept comportant une notion de nombre d'espèces et une notion de nombre d'individus pour chaque espèce présente dans un écosystème donné).

INTERACTION DIRECTE Les interactions directes sont des concepts connus depuis longtemps de la communauté scientifique pour expliquer la dynamique de la végétation (ex : Impact des espèces dominantes sur le fonctionnement des écosystèmes)

INTERACTION INDIRECTE Une espèce A inhibe une espèce B, qui elle-même est en compétition avec une espèce C. Cette dernière se réfugie sous A, où elle pousse mieux parce que la compétition exercée par B y est moins forte. Il s'agit d'une facilitation indirecte.

INTERACTION RECIPROQUE : Symbiose.

INTERTIDALE : Partie d'une côte située entre les limites extrêmes atteintes par les plus fortes marées. *CF Estran.*

ION : Atome, ou groupement d'atomes chargé électriquement présentant un excès (anion) ou un déficit (cation) en électrons. Les ions positifs, ou cations, comprennent : les métaux et l'hydrogène (ex : Ca^{++} , Na^+ , H^+). Les ions négatifs, ou anions, comprennent : les non-métaux et des groupements tels que SO_4^{--} , HCO_3^- , etc. et l'ion hydroxyde OH^-

KALKWASSER : Solution d'hydroxyde de calcium (eau de chaud).

MACROFAUNE BENTHIQUE : Population d'invertébrés et de vertébrés, visible à l'œil nu (1mm), qui vit sur le fond à la surface du sol.

MACROPHAGE : Qui mange des animaux de taille plus grosse que celle de leur bouche (généralement avec une prédominance carnivore).

MARNAGE : Variation du niveau des eaux d'un système aquatique stagnant ou courant, naturel ou artificiel, sous l'effet de la marée ou d'une gestion hydraulique imposée par l'homme.

MATIERES EN SUSPENSION : Particules solides très fines présentes dans l'eau, que la pratique divise en : matières *décantables*, qui se séparent naturellement, sans apport de réactif, quand l'eau est au repos, matières colloïdales trop fines pour être décanter par gravité, mais éliminables par écumage, adsorption, etc.

MATURATION D'UN ECOSYSTEME : La maturation de l'écosystème conduit les espèces pionnières à être progressivement remplacées par d'autres végétaux et ainsi de suite. Différentes catégories de successions sont reconnues :

☛ Succession *autogénique* : Qui résultent d'actions biotique s'exerçant à l'intérieur de l'écosystème. Ces actions conduisent la communauté vers un état de maturation dont la structure et les peuplements sont de plus en plus complexe et qui forme une série dite progressive.

☛ Succession *allogénique*, qui résultent à l'inverse de l'action de facteurs perturbateurs extérieurs. Ces derniers produisent des séries régressives dont les divers stades évolutifs conduisent à des peuplements de plus en plus appauvris.

MESOTROPHE : Etat intermédiaire entre les stades oligotrophe et *eutrophe*.

MÉTABOLISME : Ensemble des transformations qui se déroulent à l'intérieur des organismes vivants qui font intervenir des processus de dégradation (catabolisme) et de synthèse (anabolisme).

MICROPHAGE : Qui se nourrit d'aliments de taille inférieure au diamètre buccal (algues microscopiques, animaux unicellulaires, petit zooplancton, particules organiques ou minérales).

MICROFAUNE : Animaux benthiques plus petits que 0.1 millimètre.

MILLI EQUIVALENT PAR LITRE (meq/l) : Unité de concentration des corps dissous dans une solution aqueuse ; 1 meq/l correspond à la concentration d'une solution normale diluée mille fois,

MOLARITE (d'une solution aqueuse) : Nombre de moles du corps contenues dans un litre d'eau.

MOLE : Unité fondamentale de quantité de matière, dans le système SI (Système International).

MOLLUSQUES : Ce sont des métazoaires, triblastiques à symétrie bilatérale. Exemple : La moule.

MUTUALISME : Coopération entre deux espèces vivantes. Celle-ci peut-être facultative (protocoopération), ou obligatoire, auquel cas on la dénomme symbiose. Le mutualisme améliore les conditions de vie des espèces s'y rapportant.

NECROPHAGE : Qui se nourrit de cadavres.

NICHE ECOLOGIQUE : Fonction occupée par un organisme dans un écosystème La niche écologique se réfère autant à la notion de zonation (habitat) et à son rôle (fonction) dans la chaîne alimentaire. Il s'agit de l'environnement qui regroupe les facteurs biotiques et abiotiques.

NORMALE (solution aqueuse) : La solution normale d'un corps est la solution dans un litre d'eau d'un équivalent de ce corps, c'est-à-dire d'une mole du corps divisée par sa valence.

NUTRIMENT : Les nutriments sont la partie assimilable des aliments et plus généralement utilisable dans l'alimentation des cellules vivantes (azote, phosphore...).

OCTOCORALLIAIRES : Sous-classe des Anthozoaires, dont la bouche est entourée de 8 ou un multiple de 8. Ils sont tous coloniaux. Cette classe comporte les *Gorgonidés* (gorgones), les *Corallidés* (corail rouge), les coraux mous (ou Alcyonnaires), les *Hélioporidés* (ou corail bleu), les *Pennatulidés* (plumes de mer, vérétille), les Stolonifères (orgues de mer ou Tubipores).

OLIGOTROPHE : Se dit d'un milieu aquatique pauvre en éléments minéraux nutritifs et en matière organique, dont la production biologique et la biomasse sont faibles. *Opposé à Eutrophe.*

OMNIVORE : Qui se nourrit indifféremment d'aliments d'origine animale ou végétale.

OSMOLATEUR : Asservissement servant à compenser automatiquement le niveau d'eau de l'aquarium avec de l'eau douce (osmosée). En effet le niveau baisse conséquence de l'évaporation du bac et l'ajout d'eau douce doit être fait sans provoquer trop de différence de densité.

OSMOSE : Diffusion naturelle d'un solvant à travers une membrane semi-perméable, à partir d'une solution diluée vers une solution concentrée. La différence de concentration engendre une pression dite osmotique dont l'effet est d'égaliser les concentrations de part et d'autre de la membrane, et par suite de diluer la solution la plus concentrée. L'osmose joue un rôle capital dans la circulation de l'eau dans les organismes vivants.

OSMOSE INVERSE : Procédé de séparation par membrane destiné à extraire un solvant d'une solution (ex : eau pure à partir d'eau salée). Il consiste, par inversion du processus naturel de l'osmose, à appliquer à une solution en contact avec une membrane semi-perméable une pression supérieure à la pression osmotique et à recueillir le solvant de l'autre côté de la paroi. Ce procédé fait appel à des pressions de 3 à 100 bars et permet d'éliminer des particules de dimensions comprises entre 0,2 et 10 nm (presque tous les ions et solutés).

OSMOSEUR : Appareil permettant d'obtenir une bonne qualité d'eau à partir d'eau de ville ou de source. Cette eau est dite osmosée du principe 'osmose inverse' du filtre.

PARASITISME : Contrairement à la symbiose, c'est une association entre deux espèces dont l'une (l'hôte) héberge la seconde (le parasite) qui vie à ses dépens. Intérêts du parasitisme : Le parasite tire profit de son hôte d'un point de vue trophique et facilite ainsi sa recherche dans les sources de nourriture. On assiste, lors de parasitisme durable, à une évolution des espèces confrontées pour améliorer leurs conditions de vie. Difficulté du parasitisme : Le parasitisme oppose deux êtres vivants et l'un lutte constamment pour se débarrasser de l'autre. Limite du parasitisme : si l'hôte meurt, le parasite ne peut plus se développer ou se multiplier et disparaît à son tour.

PEUPELEMENT : Ensemble des populations des espèces appartenant souvent à un même groupe taxonomique, qui présentent une écologie semblable et occupe le même habitat.

PHYLUM : Terme taxonomique synonyme d'embranchement (Vertébrés par exemple).

PHYTOBENTHOS : Végétaux appartenant au benthos (sol) y compris les algues microscopiques.

PHYTOCENOSE : Ensemble des végétaux au sein d'un écosystème.

PHYTOPLANCTON : Plancton végétal.

PIONNIER (ÈRE) : Espèce végétale qui a la faculté de coloniser en premier les milieux vierges mais qui tend par la suite à disparaître face à la compétition de nouvelles espèces végétales.

PLANCTON (du grec *planctos* ou *errant*) : Il est constitué de la biomasse qui flotte dans la mer au gré des vagues et des courants.

POISSON : Animal vertébré aquatique, pourvu de nageoires, et de branchies respiratoires et dont le corps est couvert d'écailles.

POLYPE : Il constitue l'unité de base du corail. C'est une vésicule fixée ne possédant qu'un seul orifice, qui a les fonctions de bouche et d'anus. Le polype peut être isolé (comme chez l'anémone de mer ou le corail *Fungia*), ou colonial, formant alors un véritable super organisme.

POPULATION : Ensemble des individus appartenant à une même espèce et occupant une même fraction de biotope.

POST-PIONNIERE : Organismes succédant à l'installation des végétaux pionniers.

PRODUCTEUR PRIMAIRE : Ensemble des organismes autotrophe de la biosphère, essentiellement les plantes, les algues et le phytoplancton.

PRODUCTEUR SECONDAIRE : Ensemble des organismes hétérotrophes, essentiellement les animaux. Il ne faut cependant pas oublier la biomasse produite par les décomposeurs d'une productivité considérable.

PRODUCTION : Désigne la matière vivante produite par les divers organismes vivants. Elle s'évalue par la quantité de biomasse produite pendant une période donnée.

PRODUCTIVITE : Désigne en écologie la quantité de biomasse produite par unité de surface et unité de temps, ce qui est équivalent de la production par unité de temps.

PSAMMIVORE : Qui se nourrit de matière organique présente dans le sable.

REFUGE : Aquarium secondaire relié à l'aquarium principal par une pompe à faible débit. Cette pompe alimente le refuge qui se déverse dans l'aquarium principal. Le refuge abrite une faune et une flore qui n'est pas en contact avec celles de l'aquarium et donc à l'abri de ses prédateurs. Le refuge permet d'obtenir un apport en micro organismes à l'aquarium principal ainsi qu'un filtrage biologique obtenu soit à partir d'un DSB, d'un système Jaubert, de pierres vivantes ou d'une culture d'algues supérieures (ou une combinaison de ces différentes techniques).

RESEAU TROPHIQUE : Désigne les relations trophiques existant à l'intérieur d'une biocénose entre les divers organismes producteurs, consommateurs et décomposeurs. C'est l'ensemble des chaînes alimentaires des diverses espèces qui constituent une biocénose.

RESISTIVIMETRE : Appareil destiné à mesurer la résistivité électrique d'une eau. La résistivité est caractéristique de la salinité.

RESPIRATION AEROBIE : Métabolisme caractérisé par la consommation d'oxygène. **RESPIRATION ANAÉROBIE** : C'est dans ce cas l'utilisation d'un composé inorganique oxydé autre que l'oxygène comme les sulfates, nitrates, nitrites et carbonates.

RICHESSSE SPECIFIQUE : Nombre d'espèces dans un écosystème.

SAPROBIE : Association d'organismes aquatiques détritivores vivants dans des eaux riches en matières organiques.

SAPROPHAGE : Animaux qui se nourrissent de matière organique d'origine végétale ou animale déjà transformées ou en voie de décomposition. Constituent une part importante de la faune du sol.

SCIAPHILE : Qui tolère un faible éclairage.

STENOHALIN : Organisme aquatique présentant une tolérance faible pour les variations de salinité des eaux. Opposé à *Euryphalin*.

STENOXYBIONTE : Organisme aquatique présentant une tolérance faible pour les variations de concentration en oxygène dissous. Opposé à *Euryoxybionte*.

STENOTHERME : Organisme aquatique présentant une tolérance faible pour les variations de température. Opposé à *Eurytherme*.

SUCCESSIONS ECOLOGIQUES : Evolutions écologiques. Malgré leur apparente stabilité, les écosystèmes sont en perpétuel changement. Sur de longue durée les conditions écologiques ne sont pas stables ou bien des accidents importants font que une communauté vivante soit entièrement détruite.

SURVERSE : Système de captation de l'eau de surface en vue de son écumage ou de sa filtration. La surverse est équipée d'un peigne agissant comme un pré filtre et une barrière aux animaux.

SYMBIOSE : Association durable et réciproquement profitable entre deux organismes vivants distincts. Avantage de la symbiose : Les êtres vivants en association symbiotique peuvent s'adapter à des milieux ou environnement qu'il n'aurait pas toléré seul ou qui n'aurait pas permis leur développement. Difficulté de la symbiose : Une fois la symbiose effectuée, les organismes en faisant partie sont incapable de se dissocier. Limite de la symbiose : La symbiose s'arrête lorsqu'une espèce ne tire plus bénéfice de l'association.

SYMBIOTE : Partenaires d'une symbiose. Généralement, le plus grand des organismes est appelé hôte et le plus petit symbiote.

TAXON : Unité systématique dans une classification (genre, famille, ordre...). Par extension, on parle aussi de taxons dans la classification phytosociologique (association, alliance...). La systématique est la science de la classification des êtres vivants.

THEORIE : Connaissance spéculative, idéale, indépendante des applications. La théorie est systématiquement soumise à vérification expérimentale et vise à établir la vérité d'un système scientifique.

TROPHIQUE (RÉSEAU) : Ensemble des chaînes alimentaires d'une biocénose.

TURBIDITE : Caractère d'une eau trouble, non transparente.

TURBIDITÉ : Teneur en troubles (matières en suspension) d'une eau.

ULTRAVIOLET : Rayonnement émis par des lampes avec une longueur d'onde voisine de 256 nanomètres, agissant sur les molécules d'ADN des micro-organismes, et utilisé pour la stérilisation.

VALENCE ECOLOGIQUE D'UNE ESPECE : Degré d'amplitude de la niche écologique d'une espèce. Cette valence sera d'autant plus importante que l'intervalle de tolérance d'une espèce considéré aux facteurs écologiques limitant sera plus étendu. En conséquence, une espèce de forte valence écologique pourra se développer dans des biotopes dont les facteurs écologiques pourront subir d'importantes variations ou coloniser des écosystèmes aux conditions environnementales divers et variés.

VISCOSITE : Caractéristique physique d'une eau directement liée à sa teneur en éléments dissous. Les carbonates et les hydroxydes de sodium et de potassium sont les composés qui, à concentration égale, confèrent à l'eau la viscosité la plus élevée.

ZOOPLANCTON : Plancton animal.

ZOOANTHELLE : Qui possède des dinoflagellés symbiotiques, les zooxanthelles.

ZOOXANTHELLES Groupe de dinoflagellés qui vivent de façon symbiotique en association avec les polypes. On dit alors que les coraux sont symbiotiques (ou hermatypiques). Par opposition aux coraux non symbiotiques sans zooxanthelles. Les zooxanthelles jouent un rôle très important dans le métabolisme des coraux en aquarium. Voir *Dynoflagellés*.



52. *Chromis viridis*



53. *Xenia*

Table des matières

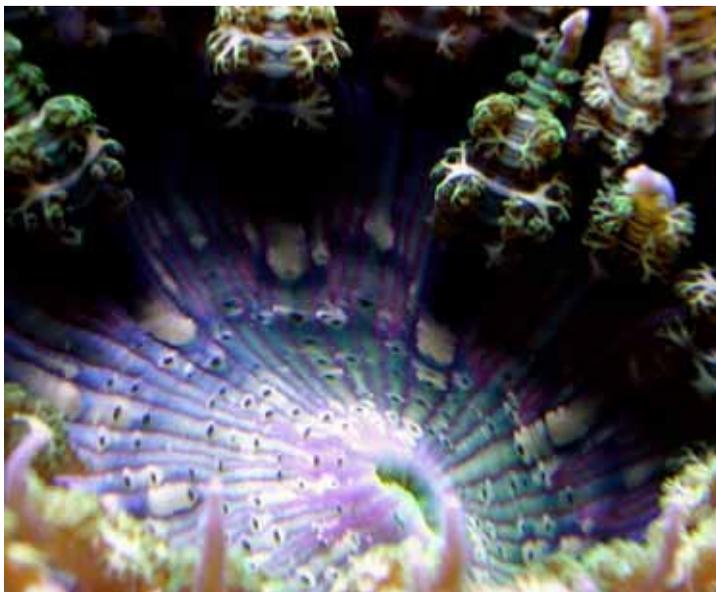
Introduction.....	5
Avant de commencer	7
L'investissement nécessaire pour réaliser un aquarium marin.....	9
Fixer son choix entre les différents types d'aquariums.....	11
Cycle de l'azote. Techniques de filtration en aquariophilie	
Autoépuration biologique.....	17
Définir le biotope.....	28
Le matériel nécessaire pour la réalisation d'un aquarium marin	
reposant sur la méthode berlinoise.....	31
Les pierres vivantes.....	31
L'écumeur.....	35
L'éclairage.....	37
Le brassage.....	44
Le substrat.....	48
La climatisation.....	50
Chauffage.....	50
Refroidisseur.....	50
Filtre externe.....	52
Autres équipements.....	53
Appareils de mesure.....	53
Préparations pour la correction et le maintien des paramètres	
physico-chimiques.....	56
Automatismes et petits matériels.....	56
La sécurité électrique.....	58
Le refuge.....	61
Trouvez le bon emplacement.....	63
L'aquarium.....	64
Installations types.....	66
Exemple d'aquarium compact.....	66
Exemple d'aquarium avec décantation.....	67
La phase de démarrage, les six premiers mois de l'aquarium récifal	68
La maintenance de l'aquarium marin.....	90
Nettoyer.....	91
Nourrir.....	92
Ajuster.....	96
Contrôle des paramètres physico-chimiques.....	96
Renouvellement partiel de l'eau.....	96
Techniques de maintien du taux de calcium et de la dureté	
carbonatée.....	97
Déséquilibre de la balance ionique.....	98
Les variations naturelles du pH.....	100
Compensation des éléments iode et strontium.....	102
Maintien de la salinité.....	102
Remarques concernant les additifs.....	104

Entretien du matériel	105
Quelques repères, suggestions de valeurs moyennes	106
Les additifs, compositions et dosage	112
RAC ou RAH ? (Ajout du calcium dans un aquarium récifal)	117
Tableau de maintenance	122
Budget prévisionnel	123
Achat du matériel	123
Achat des habitants	124
Coût de l'entretien annuel	124
Quelques erreurs à ne pas commettre	125
Ajouts d'additifs	125
Luttes pour l'occupation du territoire	125
Les anémones <i>aiptasia</i>	127
Les animaux à ne pas acheter	128
Conclusion : La maintenance de l'aquarium récifal est possible si on en accepte les règles	129
Les clés du succès	130
Quelques sites Internet	132
Abréviations, Glossaire	134
Abréviations	134
Glossaire	138
Table des illustrations	158

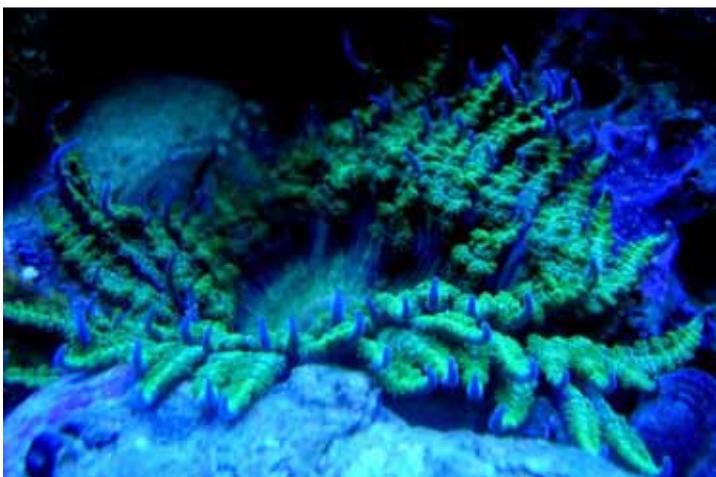


54. *Ricordea Florida*

Les Ricordea, Rhodactis, Discosoma (Actinodiscus) font partie de la famille des Discosomatidae (mushrooms). Ils n'ont pas d'exigences particulières et tous sont faciles à maintenir en aquarium.



55. Anémone *Phymanthus* sp.



56. Eclairage supra actinique un autre regard sur l'aquarium

*Ici la fluorescence d'une anémone *Phymanthus* sp. Celle-ci est arrivée en 'passager clandestin' avec les pierres vivantes. La présence des anémones n'est pas vraiment souhaitable dans l'aquarium récifal.*



57. *Porite*, corail dur à petits polypes sa conservation est difficile



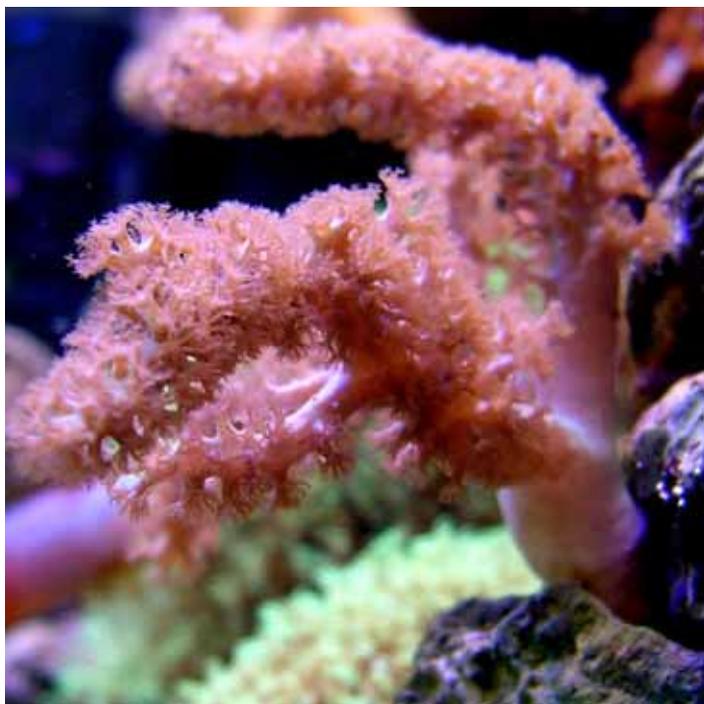
58. *Eponge calcaire à pointes*

Les éponges, remarquables filtreurs, se développent fréquemment à partir de fragments sur les pierres vivantes. En revanche elles supportent mal le transport et il est préférable éviter d'en acheter.

Table des illustrations

1. Un aquarium récifal peuplé d'alcyonaires (coraux mous).....	5
2. Amphiprion Ocellaris, Poisson Clown	10
3. Zoanthus, Parazoanthus	14
4. Méthodes Jaubert et berlinoise	22
5. Sabellastarte magnifica, sabelle vers tubicole filtreur.....	23
6. Zones récifales	28
7. Amphiprion Ocellaris à l'abri dans un sinularia	34
8. Une ophiure Ophioderma appressum, cachée dans une éponge ..	34
9. Montage pour écumeur.....	37
10. Rampe d'éclairage.....	40
11. Aquarium sous éclairage supra actinique bleu.....	42
12. Ricordea sous éclairage supra actinique bleu	43
13. Clavularia sous éclairage supra actinique bleu	43
14. Disposition des pompes de brassage.....	46
15. Gorgone, Gorgonia ventalina	48
16. Xenia sp. 'pumping'.....	55
17. Ricordea florida.....	55
18. Sarcophyton.....	59
19. Sarcophyton sp.....	62
20. Zoanthus, Parazoanthus	62
21. Schéma d'aquarium compact.....	66
22. Schéma d'aquarium avec décantation.....	67
23. Lysmata Amboinensis	71
24. Lysmata Wurdemanni.....	71
25. Chiton Acanthopleura granulata	75
26. Oursin Echinometra mathaei.....	75
27. Bernard l'ermite, Calcinus tibecen	77
28. Trochus	78
29. Caulerpa prolifera algue se propageant rapidement par stolons.	79
30. Stenopus Hispidus.....	81
31. Couple d'amphiprion ocellaris, poissons clowns	86
32. Zebrasoma flavescens, poisson chirurgien jaune	87
33. Chromis viridis, poisson demoiselle	89
34. Un Palythoa étend ses polypes en pleine lumière	95
35. Palythoa au crépuscule.	95
36. La nuit les Tubastraea coccinea déploient leurs tentacules.....	99
37. Les polypes d'un sarcophyton sp	101
38. Sarcophyton sp.....	103
39. Sarcophyton sp.....	103
40. Pachyclavularia viridis corail résistant et même envahissant ..	105
41. Clavularia sp.	112
42. Bernards l'ermite des Caraïbes : Calcinus tibecen (pattes rouges) et Clibanarius tricolor (pattes bleues).....	116
43. Eléments chimiques utilisés en aquariophilie récifale.....	117
44. Turbo sp. Turbo zébré	119
45. Bouture de sinularia flexibilis, de croissance rapide	121
46. Dispersion d'additifs	125

47. <i>Discosoma</i> et <i>zoanthus</i> une cohabitation harmonieuse.....	126
48. Les coraux colonisent tout l'espace disponible.....	126
49. <i>Aiptasia</i> l'anémone parasite des aquariums	127
50. Ces petites feuilles brunes sont des planaires	128
51. Montages à ballast pour tubes fluo et HQI	135
52. <i>Chromis viridis</i>	153
53. <i>Xenia</i>	153
54. <i>Ricordea Florida</i>	155
55. Anémone <i>Phymanthus</i> sp.	156
56. Eclairage supra actinique un autre regard sur l'aquarium	156
57. Porite, corail dur à petits polypes sa conservation est difficile	157
58. Eponge calcaire à pointes.....	157
59. Une bouture de <i>sinularia flexibillis</i> rose.....	159



59. Une bouture de *sinularia flexibillis* rose

La couleur rose de ce *sinularia* provient de ses zooxanthelles algues symbiotiques hébergées dans l'endoderme de ses polypes. Sous une autre qualité d'éclairage la couleur peut être différente, cela en fonction des pigments des zooxanthelles réalisant la photosynthèse. Ainsi il n'est pas rare de voir les coraux changer de couleur quelques temps après leur introduction dans l'aquarium. Cette symbiose nous permet de conserver les coraux en aquarium.

Ce *Petit Manuel de Maintenance de l'Aquarium Récifal* est destiné aux aquariophiles ayant une expérience avec des aquariums d'eau douce et désirant se lancer '*dans l'eau de mer*'. Ces lecteurs ont déjà une certaine habitude du matériel et du *jargon* utilisé. L'apprentissage des techniques marines, bien que différentes de celles qu'ils maîtrisent, leur sera assez facile. Cette d'introduction à la maintenance des aquariums récifaux vous indique simplement la marche à suivre.

Les néophytes peuvent tout à fait commencer directement avec un aquarium marin, cependant l'initiation est un peu plus longue. Il leur faudra lire puis relire certains chapitres, sauter des paragraphes, revenir en arrière, jusqu'à la compréhension des diverses relations biologiques et chimiques qui régissent le petit écosystème qu'est un aquarium récifal.

Pour plus de clarté, en fin de volume un lexique explicite les termes techniques ainsi que les abréviations utilisés.

Ce que vous trouverez dans ce manuel :

Les conseils pratiques pour réussir : Le fonctionnement, le matériel, le budget prévisionnel, le démarrage puis l'entretien d'un aquarium récifal.

Ce que vous ne trouverez pas :

Bien que les principaux animaux conseillés pour l'aquarium du débutant soient signalés et photographiés permettant leur identification, vous ne trouverez pas la classification des poissons et des invertébrés marins.

ISBN 2-9525515-0-2

