

BIEN DEBUTER

AVEC

UN AQUARIUM MARIN

par J.-C. RINGWALD

et l'aimable coopération de J.-J. ECKERT

Selon de nombreuses études, le fait de regarder un aquarium apporte un sentiment de détente, réduit le stress et a un effet calmant. Il permet d'observer un morceau de nature et ainsi de comprendre divers phénomènes et leur interdépendance. Mais un aquarium peut également être tout simplement beau et fascinant. Il constitue également un élément majeur dans la décoration d'un appartement. On pourrait s'attarder dans l'énumération infinie des avantages, mais tel n'est pas le but de cet ouvrage. Cependant tout en considérant tous ces points, il ne faut pas comparer votre aquarium à un téléviseur que l'on branche ou débranche au gré de ses envies. Il vous faudra respecter les besoins spécifiques des poissons, des invertébrés et des végétaux et tenir compte des exigences des différentes espèces. Bien sûr, cela signifie un peu de travail, mais il est indispensable. Faute de soins adéquats ce monde féérique peut rapidement se transformer en une cuvette rebutante, une soupe d'algues glauques voire en cimetière et ce hobby commencé avec enthousiasme trouvera une fin abrupte et déplaisante. Votre aquarium finira au grenier ou à la cave, éventuellement ira fleurir la rubrique des petites annonces et fera le bonheur (ou le malheur) d'un autre futur aquariophile.

J'espère que ces lignes, vous aideront à démarrer avec succès dans ce domaine. Vous verrez comment par des soins qualifiés, adaptés aux espèces de votre petit monde sous-marin, vous préserverez longtemps le plaisir d'avoir un aquarium marin, peut-être même un jour un magnifique bac récifal. Cela conduira rapidement à une infection par le virus de "l'aquariophilite". Ce même virus ayant subi une mutation génétique votre cas sera peut-être même aggravé par une phase plus aiguë : la "récifalite", maladie qui vous accompagnera probablement, comme c'est le cas pour nombre d'entre nous, tout au long de votre vie. Contagieux, vous n'aurez probablement pas de répit avant d'avoir contaminé votre entourage puis votre voisinage. Les plus atteints d'entre vous se retrouveront peut-être dans une association où se débattent en permanence les symptômes de la maladie.

Bien évidemment nous ne pourrons pas, dans le cadre de ce petit article, vous donner des informations exhaustives. Nous allons cependant essayer de vous mettre sur la bonne voie. Évidemment pour obtenir des informations plus complètes et évoluer dans ce hobby, il vous faudra aussi lire régulièrement les différents magazines, qu'ils soient associatifs ou commerciaux.

Comme un aquarium constitue un système restreint dans lequel vivent des êtres vivants interdépendants, vous ne trouverez nulle part un mode d'emploi semblable à celui de votre téléviseur ou magnétoscope qu'il suffit de suivre à la lettre pour que tout fonctionne. Tôt ou tard, vous vous trouverez peut-être confronté à des problèmes qui ne sont pas décrits dans la littérature spécialisée. C'est pourquoi nous vous recommandons d'échanger vos expériences avec d'autres aquariophiles. Votre premier interlocuteur sera certainement votre spécialiste en animalerie. Vous y trouverez le meilleur comme le pire car certains ont plus le goût du lucre que le besoin de servir. Mais les bonnes compétences existent et dans ce domaine comme dans tous les commerces, nombreux sont ceux qui cherchent autant à servir qu'à vendre. Après certaines expériences vous ferez vous-même le tri. N'attendez pas non plus TOUT de votre commerçant aquariophile. Quand vous allez chez votre boucher ou votre épicier vous ne leur demandez pas non plus les recettes avec la nourriture que vous achetez ! Après un certain temps, vous rejoindrez peut-être l'association d'aquariophiles qui sévit dans votre ville. Lors de discussions très animées qui se terminent souvent tard dans la nuit, vous vous rendrez finalement compte que s'il y a des règles fondamentales, chaque aquarium réagit différemment. En effet, tous nos bacs sont des entités "vivantes", donc uniques. Mais c'est justement cet aspect-là qui rend ce passe-temps si passionnant et si riche en découvertes.

Avec cet aperçu général, nous allons à présent vous présenter les étapes les plus importantes qui régissent l'installation d'un aquarium marin. Au cours des chapitres, vous en apprendrez plus sur les différents thèmes individuels.

EMPLACEMENT

Pour que l'aquarium ne soit pas un élément de stress mais au contraire de relaxation, il faut dès le départ supprimer les risques qui peuvent l'engendrer :

Installation générale, équipement, verre, fuites d'eau, bruits intempestifs et dérangeants, disposition ou agencement inesthétique. Ce sont des facteurs pouvant engendrer des conflits avec le reste de la famille. Après avoir réglé ces problèmes, c'est un passe temps qui comme tous les hobbies permet de s'échapper du quotidien en créant une activité propice à notre détente.

Grâce aux techniques actuelles, très élaborées des moyens d'éclairage, il est préférable de ne pas placer l'aquarium près d'une fenêtre. En effet, il est plus difficile de contrôler les flux lumineux lorsque la lumière du jour pénètre dans la pièce, (pensez aux variations saisonnières, surtout l'hiver où les rayons du soleil pénètrent directement dans l'aquarium). Une ambiance lumineuse mal contrôlée provoque souvent des problèmes de croissance d'algues indésirables. En conséquence, il sera préférable de sélectionner un emplacement aussi éloigné que possible d'une fenêtre, de préférence un endroit où l'aquarium recevra le moins directement possible la lumière du jour mais où il reste bien visible de votre fauteuil préféré. Les reflets des vitres parasitent la vue de votre bac et en plus, vous pourrez peut-être aussi remettre en valeur un coin sombre de votre appartement. Pensez aussi à la présence d'une ou plusieurs prises de courant à proximité de l'emplacement. Selon l'équipement de votre aquarium, vous devrez disposer au minimum de 3 ou 4 possibilités de branchement. Mais pour un bac récifal il en faudra souvent beaucoup plus. Il faut qu'il y ait suffisamment de place au-dessus de l'aquarium pour pouvoir effectuer les futurs travaux d'entretien sans devoir vous contorsionner (par exemple le renouvellement partiel de l'eau). Dans le cas d'un éclairage aux halogènes simples ou aux ampoules HQI, il est même préférable de ne rien avoir au-dessus pour éviter des phénomènes de surchauffe.

DIMENSIONS DE L'AQUARIUM

En général, on peut dire que les conditions de vie restent plus stables dans un grand aquarium et que **de petites erreurs d'entretien** n'ont pas immédiatement des conséquences catastrophiques. Cela signifie, par exemple, qu'un animal qui meurt sans que l'on ne s'en aperçoive peut, dans un aquarium de grande taille, être éliminé par les bactéries sans le moindre préjudice pour l'eau ou les habitants de l'aquarium. Dans un petit aquarium, une telle élimination bactérienne peut parfois conduire à un dangereux manque d'oxygène, car les bactéries consomment dans ce cas plus d'oxygène que n'en contient votre aquarium. De même, si vous oubliez une fois de renouveler partiellement l'eau de l'aquarium, un grand bac "s'en remettra" mieux qu'un petit. Mais attention, même en présence de grands volumes d'eau, l'accumulation des "petites erreurs" peut conduire à une catastrophe. Si la masse d'eau d'un grand bac est plus "inerte" et ne conduit que plus lentement à des problèmes, lorsque ceux-ci sont bien présents, la même "inertie" de l'eau rendra aussi plus difficile le retour vers la normale et vos pertes risquent d'être élevées. C'est pour cette raison qu'il est préférable de débiter avec un petit aquarium **car les erreurs se payent immédiatement.** Cela vous enseignera une certaine "sagesse aquariophile" car en principe on apprend toujours à partir de ses erreurs. Nous vous proposons un compromis en vous recommandant pour commencer un aquarium d'au moins 250 à 300 litres, au maximum 500 litres. De tels aquariums restent accessibles aussi bien au niveau financier qu'à celui de l'entretien et offrent cependant à ses habitants des conditions de vie relativement stables. On trouve souvent de tels aquariums entièrement équipés. Mais lorsque cet équipement est prévu pour des bacs récifaux le prix est rarement bon marché.

SUPPORT DE L'AQUARIUM

Le meuble sur lequel reposera l'aquarium doit être bien stable. La sagesse sera de vérifier avant la mise de l'eau, que le meuble et l'aquarium soient parfaitement horizontaux (pensez à utiliser un niveau à eau). Pour les aquariums de petite taille, entre 200 et 400 litres, vous trouverez en animalerie un grand choix de meubles spécialement conçus à cet effet. N'oubliez pas non plus de placer entre le meuble et l'aquarium une plaque de polystyrène. Elle compense les faibles dénivellations et isole l'aquarium contre les fuites thermiques vers le bas. Pour les bacs dont le volume est supérieur à 500 litres, il faudra prévoir un support très robuste que vous devrez soit faire vous-même, soit faire fabriquer par un artisan. A partir de ce volume il sera également préférable de placer l'aquarium contre un mur porteur. A partir de 1000 litres il vaudra mieux consulter les plans de l'appartement ou de la maison, éventuellement en parler avec un architecte si vous ne voulez pas qu'un jour vos voisins du dessous profitent directement de votre bac récifal.

NETTOYAGE D'UN NOUVEL AQUARIUM

Lorsque vous aurez installé votre aquarium à l'endroit désiré, lavez-le avant tout avec de l'eau du robinet. N'utilisez pas de détergents. Le nettoyage est facilité par l'usage d'une éponge neuve que vous ne réserverez qu'à votre aquarium. Cette précaution vous évitera des déboires ultérieurs. En effet des produits résiduels peuvent se trouver sur les vitres et une fois que le bac est sous eau, se dissoudre et provoquer ainsi une pollution qui pourrait nuire à la santé de vos pensionnaires.

REPLISSAGE DE L'EAU

Une fois le substrat déposé et l'équipement de base installé une évidence s'impose : il va falloir remplir l'aquarium avec de l'eau. Afin d'éviter que le substrat ne se déplace trop lors du remplissage, déposez une assiette plate ou une plaque de verre sur le sol et dirigez-y le jet d'eau. Ensuite, il est possible, si nécessaire, de modifier la décoration. Mais attention :

L'eau est un élément vital !

L'eau de votre aquarium, en tant qu'élément vital pour les animaux et les végétaux, a une importance primordiale. C'est pourquoi nous voulons, à présent, vous donner quelques informations sur ce liquide.

Lorsque vous aurez rempli d'eau votre aquarium, il faudra bien entendu, rajouter le sel marin pour que ses habitants puissent y vivre décemment. Cela ne vous semble pas sorcier et ça ne l'est pas. Hélas si notre eau de conduite est en principe fournie avec une qualité constante et est sensée être potable pour les humains, lorsqu'elle sort du robinet, elle ne constitue pas forcément un élément idéal pour le bien-être des animaux **et surtout des invertébrés**. Dans de nombreuses régions elle contient un taux très élevé de Nitrates, voir d'autres substances qui ne se trouvent qu'en quantités infimes dans les eaux d'où sont originaires nos animaux. Si vous avez des raisons de douter de sa qualité, vous pouvez prendre de l'eau de source. Mais là aussi, toutes ne sont pas forcément bonnes. Assurez-vous quels éléments pourraient y être dissous. Analysez la ou confiez ce travail à une société spécialisée, hélas, ce ne sera sans doute pas gratuit. Le mieux en cas de doutes sera d'utiliser de l'eau osmosée si vous optez pour un bac de type récifal.

ENFIN LE SEL

Ne pensez surtout pas que vous pourrez économiser sur ce point en utilisant du sel de cuisine ou encore des sels marins pour votre bain. Nous vous éviterons la lecture fastidieuse de tous les éléments qui composent l'eau de mer qui est généralement mentionnée dans de nombreux livres (sans doute pour faire du remplissage). Néanmoins sachez qu'ils sont nombreux et que même si certains de ces éléments s'y trouvent en quantités infimes, ils sont néanmoins indispensables à la vie de vos pensionnaires. De nombreuses marques sont généralement proposées dans le commerce et permettent de conserver correctement les poissons et nombre d'invertébrés. Cependant pour les bacs de type récifal, certaines firmes ont enrichi la formule de leur mélange de sels, tel *Aquarium Systems* qui propose à coté de son sel de base "Instant Océan" un mélange de sel enrichi : "Reef Crystals». Ce mélange de sels, garanti sans nitrates et sans phosphates, contient une dose supplémentaire des composants jugés être les plus importants pour la maintenance des coraux : calcium et oligo-éléments sous forme chélatée. Nous verrons par la suite quels autres éléments, sont nécessaires pour la maintenance de certains animaux. L'eau de mer contient en moyenne 35 grammes de sel par litre. Pensez aussi à acquérir un densimètre pour vérifier de temps à autre la densité de votre eau pour éviter de trop brusques variations lorsque vous complétez votre eau évaporée (ou lorsque vous avez des fuites ce qui arrive plus souvent qu'on ne le croit). Divers modèles existent dans le commerce : en verre qui flottent et en plastique où l'on met l'eau à mesurer. Ce dernier est pratique d'utilisation et a un énorme avantage : le verre est si fragile.... !.

Bien entendu vous devrez installer sur votre aquarium divers équipements d'épuration qui vous permettront de le faire fonctionner correctement. Auparavant, pour mieux comprendre leur efficacité, il vous faut d'abord bien assimiler quelques notions tant sur les processus de dégradation qui ne manqueront pas de s'effectuer dans votre bac, que sur l'influence des substances qui peuvent (ou doivent) être dissoutes dans l'eau.

UN PEU DE CHIMIE DES EAUX....

Si l'eau et sa composition ont une influence sur le bien-être de vos animaux, les processus qui résultent de leurs déchets peuvent à leur tour influencer sur la qualité de l'eau. Il est évident que les déchets produits par votre faune mais aussi par la dégradation des végétaux, petit à petit vont polluer l'eau de votre aquarium. Différentes méthodes sont utilisées par les aquariophiles pour conserver une qualité constante de ce milieu de vie : filtres, écumeurs (avec ou sans apport d'ozone), dénitrificateurs, résines, etc. Nous allons donc maintenant passer en revue les moyens de conserver une eau aussi saine que possible. Donc, pour mieux comprendre leur utilité nous allons d'abord essayer de vous expliquer les processus chimiques qui découlent du rôle de ces bactéries ainsi que l'influence de certains éléments qui se trouveront dans l'eau de votre aquarium **tant en bien qu'en mal**.

DURETÉ DE L'EAU

Tout au long de son cheminement, avant qu'elle ne se retrouve dans la nappe phréatique, l'eau arrive à dissoudre une certaine quantité de substances. Quand elle traverse un sous-sol calcaire, elle dissout plus d'agents de dureté que lorsqu'elle traverse une région de roches primaires (le granit, par exemple). Il est possible de mesurer la dureté de l'eau. La plupart des tests vendus en Europe expriment celle-ci en degrés de dureté allemande. On fait souvent la différence entre la dureté totale et la dureté carbonatée.

❖ **La dureté totale** comprend la totalité des ions alcalino-terreux dissous dans l'eau, alors que la dureté carbonatée ne tient compte que des ions présents sous forme de carbonates, sulfates ou chlorures.

❖ **La dureté carbonatée** qui résulte du calcaire dissout dans l'eau est très importante car nécessaire à la vie dans votre aquarium. En effet, la dureté carbonatée fait que le pH, dont nous allons parler par la suite, a de faibles variations. Ces variations ne sont pas appréciées par les poissons, les invertébrés et même nombre de végétaux. C'est pourquoi, il faut faire en sorte que la dureté carbonatée dans votre aquarium titre au moins 6-7 degrés de dureté allemande, qui sont les valeurs naturelles de l'eau de mer. Les aquariophiles possédant des bacs récifaux préfèrent maintenir ces valeurs entre 7-10 (dureté allemande) et veillent à ce qu'elle reste constante en remplaçant l'eau évaporée à intervalles réguliers par de l'eau de chaux que de nombreux aquariophiles citent simplement sous le nom allemand de "KALKWASSER". Cette méthode fut mise au point par l'un des grands précurseurs en matière de bacs d'invertébrés **Peter WILKENS**. Ce procédé, qu'il a introduit pour la première fois en 1970 dans l'aquariophilie marine, permet de nos jours d'aménager des aquariums récifaux presque parfaits avec une magnifique croissance d'algues calcaires rouges. Je vous cite ses propres écrits pour la fabrication du "KALKWASSER" (eau de chaux) :

« ...Pour cette raison je vais présenter une fois encore le procédé comme je l'avais décrit dans mes deux volumes "Invertébrés dans l'aquarium marin tropical (Niedere Tiere im tropischen Seewasseraquarium)" tel qu'il a été adopté entre temps par des milliers d'aquariophiles marins. Pour compenser la perte en ions calcium qui, quelle que soit la taille du bac marin, est provoquée par les conditions de vie limitées, nous devons utiliser l'eau de chaux. Les anthozoaires qui édifient un squelette en carbonate de calcium plus ou moins élaboré puisent perpétuellement le calcium dissout dans l'eau tout comme (mais à un degré moindre) des algues calcaires rouges et accessoirement des bactéries nitrifiantes. Pour permettre la croissance des madrépores et autres anthozoaires, ce calcaire doit être renouvelé en permanence sous n'importe quelle forme soluble. Dès 1970, j'ai développé une méthode à base de solutions saturées en hydroxyde de calcium pour éviter une perte en ions calcium et les perturbations liées au soi-disant antagonisme ionique. Voici un exemple d'une solution pratique et économique : dans un récipient en plastique de 5 litres (- 10 litres pour des bacs de plus de 500 litres) équipé d'un bouchon. Nous verserons entre 20 et 100 g d'hydroxyde de calcium en poudre que nous compléterons par de l'eau du robinet ; le mélange effectué, agiter vigoureusement. Le mélange laiteux se dépose au bout de quelques heures sous forme d'une couche d'hydroxyde de calcium instable. On obtiendra ainsi une eau limpide que l'on versera précautionneusement en évitant de remuer le substrat. C'est cette eau légèrement opaque que l'on appelle le "KALKWASSER". Nous le verserons dans l'aquarium à petites doses afin qu'il soit immédiatement bien réparti, quitte à éventuellement brasser l'eau vigoureusement à l'aide de la main. Nous mesurerons ensuite le pH qui ne devra en aucun cas dépasser 8,6. Nous noterons la quantité d'eau de chaux que nous pouvons verser sans trop élever le pH dans l'aquarium. Par la suite, nous pourrions également verser cette quantité pour remplacer l'eau évaporée. Nous reverserons à nouveau de l'eau du robinet puis agiterons comme précédemment et le mélange se sédimentera. Il est important de bien fermer le récipient après chaque utilisation et chaque renouvellement afin que le gaz carbonique contenu dans l'air ne perturbe pas la solution d'eau de chaux. Le gaz carbonique qui est en quelque sorte absorbé par la forte solution d'hydroxyde de calcium transformerait cette dernière en un dépôt peu soluble et inutilisable de carbonate de calcium. Pour l'adjonction de "Kalkwasser" les systèmes de remplissage automatiques sont particulièrement adéquats pour les grandes installations non couvertes et soumises à forte évaporation. Ces appareils* permettent de pomper uniquement en petites quantités la solution d'eau de chaux ce qui entraîne une stabilisation idéale du taux de calcium dans l'aquarium. Il ne faut en aucun cas introduire une quantité trop importante de ce liquide alcalin très concentré à proximité des anthozoaires. Comme on continue souvent à commettre l'erreur d'ajouter trop d'hydroxyde de calcium, je souhaiterais une fois de plus vous mettre clairement en garde contre ce comportement irréfléchi. En utilisant des procédés physico-

chimiques pour apporter un complément à l'eau tel que le calcium, le profane n'est généralement pas conscient de l'importance des processus que cela entraîne chez les animaux en l'espace de quelques secondes. Il est donc important de manipuler avec une extrême prudence cette solution, indispensable aujourd'hui dans les bacs récifaux. L'apport d'eau de chaux n'est réussi que s'il est effectué lentement et à petites doses. Les appareils de remplissage automatique se sont également révélés intéressants car ils permettent un apport très modéré. Ils doivent cependant être fiables, sans quoi il est préférable d'effectuer un remplissage manuel progressif. »

* Ces appareils sont de deux sortes :

- la pompe péristaltique
- l'osmolateur

Tous deux permettent l'amélioration du procédé "WILKENS" par l'utilisation complémentaire d'un **réacteur à calcium**. Il ne faut en aucun cas confondre cette technique avec un **réacteur à calcaire** dont le fonctionnement est basé sur le passage constant de l'eau de mer au travers d'une masse de substrat calcaire que se dissout par l'apport complémentaire de gaz carbonique.

En ce qui concerne la dureté totale, considérez-la pour le moment comme acquise et ne vous en préoccupez pas car avec toute la quantité de sels dissous dans votre eau de mer sa mesure risquera de vous ruiner en produits de tests. Pour la dureté carbonatée, vous trouverez des tests complets chez *Aquariums Systems*, *JBL*, *Tetra* mais aussi chez d'autres marques moins connues. Ils sont très simples à employer

LE pH

Le pH indique si un liquide a une réaction acide, neutre ou basique (alcaline). L'échelle des valeurs va de 0 (extrêmement acide) à 14 (extrêmement basique). Le point neutre (ni acide ni basique) est à 7. En eau de mer la plupart des animaux et des végétaux ne se développent bien qu'avec un pH se situant entre 8,2 et 8,5. Détail important : la concentration des substances qui est à l'origine au taux de pH est multipliée par 10 pour une variation d'une unité, par 100 pour 2 unités, par 1000 pour 3 unités et ainsi de suite. Vous comprendrez donc aisément que la variation d'une unité est déjà importante et peut avoir des répercussions graves à partir de 2 unités. C'est pourquoi, il faut éviter les variations subites ! Dans votre aquarium marin, si vous maintenez correctement la dureté carbonatée, le pH ne diminue pas au-dessous de 8 et ne dépasse pas 8,5. Le matin il se situera aux environs de 7,5 et le soir aux environs 8,5. Vous pouvez mesurer le pH avec les tests vendus dans le commerce pour l'eau de mer ou mieux encore, installer un pH mètre électronique. Ce dernier régulièrement étalonné, vous permettra de surveiller constamment le pH, mais hélas un tel appareil représente une dépense non négligeable.

Le pH résulte principalement de la combinaison entre la dureté carbonatée et le CO₂ (gaz carbonique) dissout dans l'eau. En effet, la dureté carbonatée tend à faire augmenter le pH et le CO₂ à le faire diminuer. Si la teneur est équilibrée, le pH est au point neutre à 7, mais tel ne doit pas être le cas en eau de mer où il devra avoisiner 8,2 - 8,5. Des valeurs entre 8 et 9 peuvent encore être considérées comme acceptables, mais au niveau des valeurs extrêmes les processus de calcification chez les coraux sont inhibés. Le CO₂ présent dans l'eau diminue au courant de la journée parce qu'il est absorbé par les végétaux et aussi dans une certaine mesure par les invertébrés hébergeant des zooxanthelles. De ce fait, on observe une lente augmentation au cours de la journée. Une augmentation plus forte, dépassant 9 peut être ralentie en réduisant l'éclairage ou en rajoutant un peu d'acide. Un pH trop bas peut être amélioré avec un apport plus important de "KALKWASSER" à base de chaux hydroxyde. Néanmoins il s'agit là de mesures extrêmement périlleuses que nous ne conseillons qu'aux aquariophiles très expérimentés. Outre la combinaison entre la dureté carbonatée et le CO₂, la transformation biologique des déchets dans le cycle de l'azote sont également étroitement liés au taux du pH (voir épuration de l'eau).

LE CYCLE DE L'AZOTE : AMMONIAC, NITRITES ET NITRATES.

Les composés azotés dissous dans l'eau et auxquels vous serez confrontés sont de trois types :

AMMONIUM (NH₄) et AMMONIAC (NH₃)

NITRITE (NO₂)

NITRATE (NO₃)

Ils résultent des processus naturels de dégradation organique. L'azote est l'un des éléments vitaux dans la composition des protéines. Ces dernières, lors de leur dégradation, passent par différentes phases que l'on appelle le cycle de l'azote. En premier, elles seront transformées par les bactéries en ammonium (NH₄). L'ammonium résulte de la décomposition des protéines par les animaux vivant dans l'eau : digestion des aliments. En effet, la décomposition de la protéine n'est possible que jusqu'au stade de l'ammonium. Ce composé azoté n'est plus assimilable par l'organisme et se trouve donc rejeté dans l'eau par les excréments. Lorsque les végétaux meurent, ils pourrissent et il en résulte également de l'ammonium qui est rejeté dans l'eau. Dans les écosystèmes naturels fonctionnant correctement, l'ammonium est utilisé, en majorité, par les algues comme substance nutritive et comme source d'azote nécessaire à la formation de protéines. L'ammonium est transformé en nitrites, puis en nitrates par des bactéries utilisant de l'oxygène pour effectuer le processus d'oxydation. Les nitrates servent de substance nutritive aux plantes. (C'est pourquoi les agriculteurs en déversent sur les champs). Le problème est que tout cet épandage n'est pas totalement absorbé par les plantes et par ruissellement, se retrouve dans la nappe phréatique. De là, elle est pompée pour l'usage des humains et voilà pourquoi dans certaines régions vous trouvez les nitrates dans votre eau de conduite. Comme les végétaux sont soit mangés ou se dégradent en fin de vie et recréent ainsi de l'ammonium la boucle est bouclée ! Voilà pourquoi on parle de "cycle de l'azote". Cependant ce dernier ne fonctionne ainsi que dans un écosystème naturel en bon état, c'est-à-dire s'il y a équilibre naturel entre les différents acteurs que sont les animaux (allant des bactéries au vertébrés) et les végétaux. Tout surplus qui s'accumule dans ce cycle provoquera tôt ou tard des concentrations dangereuses de l'une des substances intermédiaires.

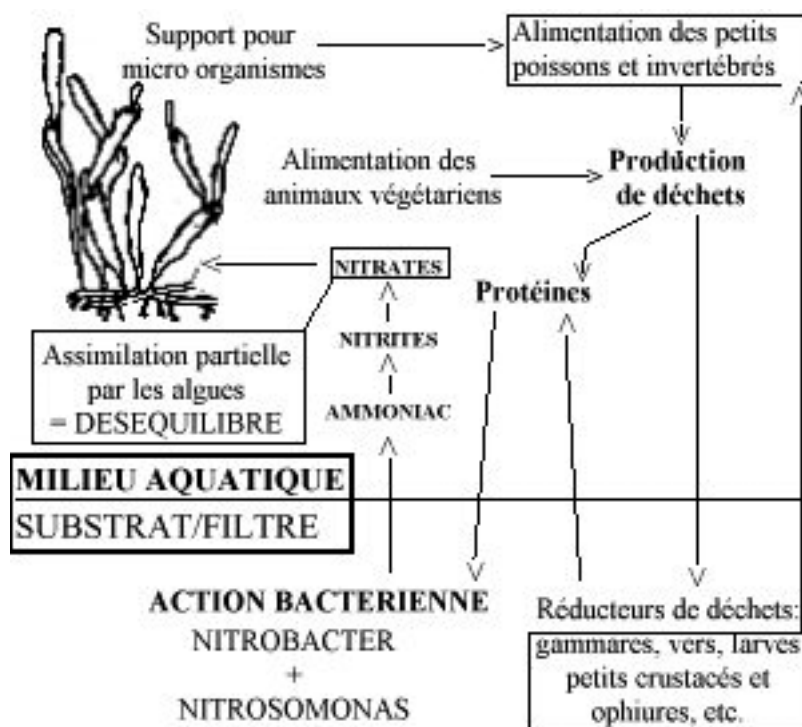
Dans l'aquarium, les différentes étapes du cycle de l'azote se déroulent, en principe, exactement comme dans la nature. Toutefois, l'accumulation des déchets azotés (excréments des animaux, restes alimentaires, végétaux morts) dans un aquarium est toujours, même peu peuplé, supérieure à celle que les végétaux peuvent absorber. C'est pourquoi, au bout d'un certain temps, il y a concentration de composés azotés dans l'aquarium. Un bac, muni d'un filtre biologique, subira toujours une augmentation, lente mais continue, de la teneur en nitrates. Cette concentration des composés azotés contenus dans l'eau de l'aquarium n'est assimilée qu'en quantité limitée par les végétaux (et à un degré moindre par les invertébrés hébergeant des zooxanthelles). Les bactéries nitrifiantes sont surtout présentes dans les filtres mais elles colonisent également le substrat et les roches. Pour transformer les différents éléments de l'azote, elles consomment de l'oxygène. L'oxydation se fait en deux étapes avec deux types de bactéries différentes qu'on appelle **bactéries nitrifiantes**. Celles-ci "travaillent" toujours en duo car l'une fournit les éléments nécessaires à l'autre. Au cours de la première étape, les bactéries du groupe *Nitrosomonas* oxydent l'ammonium en nitrites que les bactéries du groupe *Nitrobacter* les oxydent après en nitrates.

Au niveau de l'ammonium et des nitrites, évitez impérativement de dépasser durablement des valeurs de 0,1 mg/l. Leurs teneurs élevées en aquarium sont le signe d'un dysfonctionnement des processus de dégradation bactériens. Ce problème peut avoir des causes diverses, par exemple une alimentation trop riche ou des cadavres d'animaux que vous aurez "oublié" de retirer de votre bac, une trop faible teneur en oxygène, un traitement médicamenteux, des

modifications du taux de pH, l'action d'un stérilisateur aux U.V. etc. . La toxicité de l'ammonium est très liée au pH. Dans un aquarium fonctionnant normalement, la transformation de l'ammonium en nitrates, se déroule sans accumulation notable d'ammonium ou de nitrites. Si les bactéries qui transforment les protéines diverses en ammoniac et en nitrites colonisent assez rapidement votre aquarium, celles qui transforment les nitrites (NO₂) en nitrates (NO₃) ne se développent malheureusement que très lentement. Les nitrates sont en fait la substance la moins toxique, mais attention seulement à des teneurs relativement faibles et la toxicité agit plus ou moins sur les différentes espèces en fonction de la teneur. Les nitrates peuvent être tolérés, sans dommages, par les poissons jusqu'à des concentrations de 200 mg/l. Dans certains aquarium même plus (on parle dans la littérature de valeurs entre 500 et 1000mg/l ! ! ! ! . Cependant cette **accoutumance s'est fait progressivement** et dans de tels cas, les aquariophiles concernés s'étonnent toujours que les poissons nouvellement introduits périssent alors que les anciens n'ont pas de problèmes. Inversement, lorsqu'ils ramènent brutalement, par changements d'eau massifs, le taux de Nitrates à des valeurs plus acceptables, les anciens poissons subissent parfois des pertes. En fait tout changement doit se faire graduellement et ce qui s'est fait lentement en mal devra se faire tout aussi lentement en bien. Pour éviter cela il est préférable de renouveler régulièrement une partie de l'eau. Si vous maintenez des invertébrés, vous ne risquez pas de vous retrouver confronté à un tel problème, tout simplement parce qu'ils seront morts avant ! ! ! En effet 50mg/l représente déjà pour beaucoup d'espèces une valeur extrême. Si les nitrates sont tolérés par les poissons à des valeurs aussi élevées, l'ammoniac et les nitrites sont très toxiques pour les poissons même à de faibles concentrations et vous risquez déjà de fortes pertes avec des concentrations de 1 mg/l. Mais déjà à des valeurs de 0.2 mg/l vous pourrez observer que des poissons présentent des difficultés respiratoires. En cas de dysfonctionnement de votre cycle de l'azote il faudra évidemment en chercher les causes. Lorsque vous aurez rétabli les bonnes conditions de fonctionnement (réduction du nombre de poissons, alimentation plus circonspecte, filtres déficients, etc.) ou après avoir terminé un traitement médicamenteux une flore active de bactéries performantes peut être rétablie par un ajout de bactéries proposées généralement dans le commerce sous forme lyophilisée.

Comme pour la dureté de l'eau de nombreuses firmes telles JBL, Tetra, Aquarium Systems, etc. avec leurs Tests Ammonium, Nitrites et Nitrates vous permettront de contrôler les diverses étapes du cycle de l'azote dans l'aquarium afin que vous puissiez rapidement détecter les perturbations et prendre ainsi immédiatement les bonnes mesures. Ammoniac et nitrites doivent surtout être surveillés durant les premiers mois après la mise en route. Si la population de votre bac se comporte bien il sera inutile de vérifier régulièrement leur teneur. Par contre, il est impératif de maintenir les teneurs en nitrates assez faibles car à partir de 50 mg/l, les nitrates favorisent dangereusement la croissance des algues. Dans un aquarium ne contenant que des poissons et des algues, voir des Alcyonaires robustes tel que les espèces du genre *Sarcophyton* et *Simularia* cela ne pose guère de problèmes. Mais dans un bac de type récifal vous risquez de courir carrément à la catastrophe. Nous voudrions attirer votre attention sur un phénomène courant en liaison avec une trop grande accumulation de nitrates. Si vous laissez ces dernières s'accumuler (sans prendre les mesures dont nous allons parler ci-dessous), à partir de 200 -250 mg/l on arrive à un stade auquel les *Nitrobacter* et les enzymes qu'ils produisent sont inhibés. Cela se voit à la forte augmentation toujours plus importante de la teneur en nitrates. Pour cette raison nous vous conseillons sans restriction le renouvellement régulier de l'eau de l'aquarium en quantité modérée. Vous renouvelerez par la même occasion l'apport en oligo-éléments nécessaire à la vie de vos pensionnaires. Une végétation dense contribue aussi à une réduction de la teneur en nitrates ou, tout au moins, ralentit l'augmentation de cette teneur. Dans un bac récifal où les algues vertes mais aussi les algues primitives sont indésirables les aquariophiles ont développé d'autres méthodes d'épuration dont nous parlerons plus tard. Mais même pour ce dernier type d'aquarium vous pouvez adjoindre une cuve reliée au circuit d'eau dans laquelle vous ferez pousser des algues supérieures sous un éclairage adéquat. Vous pourrez également installer un filtre à algues.

Pour en revenir à notre aquarium, si on le ne "dope" pas au départ avec des bactéries, il faut environ 6-8 semaines (parfois plus !) pour que les bactéries qui transforment nitrites en nitrates se soient suffisamment reproduites et aient colonisé le filtre, les roches ou encore le substrat. Un phénomène caractéristique peut être constaté durant la reproduction et la sédentarisation : la teneur en nitrites augmente graduellement pour atteindre des valeurs très élevées avant de recommencer à diminuer. C'est seulement lorsque la teneur en nitrites est redescendue au-dessous de 0,2 mg/litres que vous pourrez envisager de peupler votre aquarium avec des poissons. Mesurez ammoniac et nitrites avec l'un des nombreux tests vendus dans le commerce spécialisé. Si le taux de nitrites est quasi nul, commencez par introduire 1 à 2 invertébrés ou un petit poisson. Si tout se passe bien vous pourrez petit à petit augmenter la population de votre bac. Une fois le bac habité par sa population finale, les nitrates s'accumuleront petit à petit et vous devrez alors réduire cette accumulation, soit en ralentissant leur formation par un combat à la source à l'aide d'un écumeur à protéines. Vous pouvez également freiner cette accumulation par la présence d'algues (ou mieux encore l'usage d'un filtre à algues – nous pensons évidemment aux algues supérieures), des changements d'eau réguliers, des dénitrificateurs (qu'ils soient hétérotrophes ou autotrophes). L'usage de résines captant les nitrates peut également se faire, mais leur régénération est fastidieuse et si vous oubliez cette phase ou que vous tardiez trop longtemps à le faire, les résines risquent de "relâcher" brutalement leur contenu et là, c'est garanti, à part de très gros ennuis, vous n'aurez rien gagné !



Cycle écologique dans l'aquarium

LES PHOSPHATES

La suralimentation autant que les restes de nourriture que vos poissons n'auront pas mangée provoquent une augmentation rapide de la teneur en phosphates dans l'eau. Les phosphates, jouent un rôle important dans le métabolisme de tous les vertébrés. Ils sont donc très importants. Si pour la constitution du squelette des animaux utilisent le calcium, le rôle du phosphore n'est pas à négliger. Les juvéniles, en pleine croissance, en ont davantage besoin que les adultes qui ont pratiquement terminé leur croissance. Le métabolisme des végétaux nécessite

aussi, par exemple pour l'élaboration du glucose, l'apport de phosphates énergétiques. Néanmoins tel n'est pas le cas des madrépores dont l'assimilation du calcium est inhibée en présence d'une trop grande quantité de phosphates. Ces derniers sont donc tout à fait indésirables dans les bacs récifaux

Comment s'introduisent les phosphates dans votre aquarium ?

Comme nos animaux retirent le phosphore nécessaire à leur survie de leurs aliments, l'apport en phosphates dans l'aquarium se fait donc déjà par la digestion. Les jeunes, recevant la même quantité de nourriture que les adultes, rejettent cependant moins de phosphates car ils en conservent la plus grande partie, spécialement pour l'élaboration de leur squelette. Grâce à une alimentation adaptée aux besoins des différentes espèces, il est possible de limiter les rejets résultant de la digestion de poissons. Attention toutefois à ne pas sous-alimenter vos animaux. Dans certains cas votre eau de conduite peut aussi, contenir d'importantes quantités de phosphates. Dans les régions où l'eau est très dure, il arrive que les services des eaux ajoutent des polyphosphates afin de solubiliser leurs durcisseurs pour réduire le risque d'entartrage des conduites. Testez l'eau qui sort de votre robinet et si tel est le cas, il faudra soit chercher une eau de source de bonne qualité soit utiliser un osmoseur.

DANGERS D'UN EXCÈS DE PHOSPHATES

A moins d'être polluée, l'eau de mer naturelle n'en contient pratiquement pas. Les végétaux se sont adaptés par différents mécanismes à ce faible apport en phosphates et n'en exigent donc que très peu pour leur croissance. Si, comme cela se produit souvent, la teneur en phosphate augmente rapidement dans votre bac, les conditions sont réunies pour une forte croissance des algues. Si de plus, l'aquarium contient une certaine quantité de nitrates, l'envahissement par les algues peut devenir dramatique, surtout dans les bacs récifaux. Si les phosphates sont importants pour les vertébrés, tel n'est pas le cas des madrépores dont l'assimilation du calcium est inhibée en présence d'une trop grande quantité de phosphates. Donc surveillez bien leur présence si vous voulez conserver ces animaux en bonne santé ! Comme pour les produits azotés, vous devriez trouver facilement des tests dans le commerce pour vérifier la teneur en phosphates.

Comment éviter un taux de phosphates trop élevé ?

Une alimentation conforme aux besoins des poissons de l'aquarium distribuée sans excès, permet de freiner la production des phosphates. Si vous utilisez des aliments congelés, nous vous recommandons de les décongeler et de les rincer dans une épuisette à mailles fines. Ceci est très important, surtout si vous distribuez des nourritures animales tels les artémias, les daphnies (voire des vers de vase dont de nombreux poissons sont friands) qui sont souvent congelés avec un peu d'eau dans laquelle ils ont été élevés et qui elle-même est souvent très chargée en phosphates. Mais, même si vous hachez des moules ou autre chair d'animaux et qu'ils aient été congelés ou non, il est préférable de les rincer pour éviter l'introduction d'un jus qui ne nourrira de toute façon pas vos poissons. Une végétation dense et saine permet également de maintenir sa teneur le plus bas possible. Mais comme pour les nitrates cette absorption connaît ses limites. Il est vrai que jusqu'à un passé assez récent l'aquariophile marin se préoccupait peu des phosphates qui se trouvaient dans son aquarium. Les algues et les alcyonaires résistants n'étant guère gênés par leur présence. Dans le temps il n'était possible de réduire efficacement la teneur en phosphate dans l'aquarium qu'en renouvelant régulièrement votre eau de mer. Mais depuis qu'il y a eu "l'explosion" de l'aquariophilie récifale avec ses délicats madrépores pour qui les phosphates sont hautement toxiques, plusieurs firmes se sont penchées sur ce problème. Certaines nous présentent actuellement des produits destinés à les éliminer efficacement. Ainsi JBL propose le PhosEx, qui est une matière filtrante qui permet de lier sélectivement les phosphates.

AQUAMARINE propose Phosphate Eliminator. Il est ainsi possible de faire baisser rapidement les teneurs en phosphate à des valeurs assez faibles (< à 0,5 mg/litre). Mais même avec ces produits, si votre bac récifal est envahi par les algues n'espérez surtout pas qu'elles disparaîtront en un clin d'œil. En effet comme les algues, stockent les phosphates, elles auront quelques réserves pour survivre et il vous faudra faire un élagage manuel si vos poissons végétariens ne suffisent pas à la tâche. Néanmoins avec toutes ces méthodes vous devriez petit à petit en venir à bout.

Interactions entre les différents paramètres de l'eau

Le pH a un effet direct sur la toxicité des composés d'ammonium dans l'eau. En dessous d'un taux de 7, tous les composés d'ammonium sont présents sous forme d'ammonium (NH_4) non toxique pour les poissons. Plus le pH augmente, plus l'ammonium se transforme en ammoniaque (NH_3) très toxique pour les poissons. Dans les aquariums trop peuplés, des concentrations dangereuses d'ammoniaque peuvent être atteintes dans certaines conditions défavorables en particulier une épuration de l'eau inadéquate. Pour parer au plus pressé, il faudra rapidement renouveler un important volume de votre eau de mer puis vous attaquer à la solution du ou des problèmes pour supprimer la cause d'une telle concentration d'ammonium ou d'ammoniaque.

Il est important de toujours créer un milieu favorable pour conserver l'équilibre de votre bac : bon apport en oxygène par une végétation suffisante, teneurs diverses constantes (pH, CO_2 , etc.), le tout en liaison avec une épuration de l'eau performante. La nitrification, elle-même, c'est-à-dire la transformation bactérienne de l'ammonium en nitrate, peut avoir une forte influence sur le pH. C'est un fait qui est souvent sous-estimé. Le produit final nitrate, en liaison avec l'eau, est en fait un acide (acide nitrique) et il "s'attaque" à la dureté carbonatée. Dans les eaux faiblement tamponnées dont la dureté carbonatée est basse, des teneurs en nitrates de 20 – 50 mg/l peuvent déjà faire dangereusement chuter le pH. De véritables catastrophes peuvent se produire s'il y a conjonction entre différents mauvais paramètres. Donc, nous ne vous conseillerons jamais assez d'entretenir régulièrement votre bac, de mesurer de temps en temps les paramètres physico-chimiques et surtout d'observer chaque jour tous vos animaux. Un changement de leur état de santé indique toujours qu'il faut agir au plus vite.

Le rôle primordial du CALCIUM

Ainsi que nous l'avons expliqué au chapitre sur la dureté de l'eau, le CO_2 et la dureté carbonatée sont des facteurs déterminants pour le taux de pH de l'eau. Le calcium fait partie des ions alcalino-terreux et constitue, avec le bicarbonate et le sulfate, l'élément principal de la dureté de l'eau. Le calcium est nécessaire au développement de nombreux êtres vivants. Les poissons en ont besoin pour leur squelette et de nombreux végétaux le puisent comme substance nécessaire à leur structure. Un très grand nombre d'invertébrés (madrépores, certains hydriaires, de nombreux alcyonaires, les mollusques à coquille, les crustacés etc.) s'en servent pour élaborer la substance calcaire de leur coquille, carapace, squelette, etc. Dans les aquariums d'eau douce, l'apport en calcium pour tous les êtres vivants est presque toujours garanti par une alimentation équilibrée et par sa présence dans l'eau comme élément constitutif de la dureté. Dans les aquariums d'eau de mer, en revanche, surtout si vous y élevez des coraux ou d'autres organismes à concrétions calcaires (par exemple algues calcaires roses), la croissance de ces organismes peut conduire rapidement à une carence en calcium. Afin d'optimiser l'assimilation du calcium, la dureté carbonatée ne devrait pas descendre en dessous de 8-10 degrés ce qui permet également de stabiliser le taux de pH autour de 8,2 - 8,3. Les tests Ca, KH et pH vendus dans le commerce vous permettront de contrôler les différents taux. La teneur naturelle en calcium de l'eau de mer varie entre 400 et 420 mg/l. Cette teneur doit également être assurée dans l'aquarium afin que les organismes sécrétant du calcaire soit pour leur squelette, soit pour leur coquille ou carapace

puissent se développer correctement. Deux marques connues vous proposent des produits qui permettent de maintenir Calcium et Strontium à leurs niveaux habituels :

JBL vous propose son produit Calciu-marin pour assurer un apport optimisé en calcium. Parallèlement au calcium le produit contient du bicarbonate et du strontium, oligo-élément nécessaire à la formation de calcaire. L'équilibre entre les différentes substances est garanti par la firme à condition de respecter scrupuleusement le mode d'emploi. Il est ainsi possible d'ajuster la teneur en calcium ainsi que la dureté carbonatée et le taux de pH au niveau adéquat.

Aquarium Systems vous propose pour maintenir le taux de calcium à des niveaux corrects deux produits différents :

- du chlorure de calcium en solution liquide,
- de la chaux hydroxyde que vous utiliserez comme nous l'avons expliqué dans le chapitre consacré à la dureté de l'eau : méthode "WILKENS"
- en complément, du strontium en solution liquide.

Afin de préserver des conditions de vie optimales pour ses habitants dans le petit biotope qu'est l'aquarium, il faut utiliser quelques appareils techniques car "ce morceau de nature" ne peut se réguler et se préserver lui-même comme dans la nature, même s'il fonctionne, en principe, selon les mêmes lois. Nous voulons vous présenter et expliquer ici les méthodes qui pourront vous être utiles.

L'ÉPURATION DE L'EAU

Le principe des filtres....

Un filtre, comme son nom l'indique, doit empêcher le passage de quelque chose, en ce qui nous concerne, bien évidemment ce seront les éléments indésirables qui se trouvent dans l'eau de l'aquarium. Le fait qu'un filtre élimine, les particules en suspension dans l'eau la rendant ainsi cristalline était sans doute à l'origine l'effet que recherchaient les premiers aquariophiles. Malgré le côté positif de cette opération, on s'est assez rapidement rendu compte que ce n'était pas une action primordiale. Sa tâche principale ne consiste cependant pas en une simple filtration mécanique. Son rôle majeur réside dans l'élimination et la transformation par voie bactérienne des substances invisibles mais hélas nuisibles qui sont dissoutes dans l'eau. Nous allons à présent vous expliquer d'où proviennent ces substances indésirables et comment les bactéries nous aident par leur action à épurer l'eau. Les excréments des poissons, les restes de nourriture ainsi que les algues mortes forment des déchets qui se dissolvent progressivement dans l'eau. A terme, ils peuvent être plus ou moins nocifs pour vos animaux (nitrates, phosphates, substances humiques, phénols, etc.). Certaines bactéries sont cependant spécialisées dans l'élimination et la transformation de ces déchets en substances moins toxiques. Ces bactéries trouvent dans la matière filtrante du filtre de l'aquarium de bonnes conditions de vie et s'y installent au bout de quelques semaines. **Il est important de rappeler qu'un filtre, doit fonctionner en permanence.** En cas d'arrêt il peut rapidement se produire une déficience grave en oxygène, voire même la formation d'un milieu anaérobie, car l'aération est liée au passage de l'eau. Les bactéries, en continuant leur action, peuvent appauvrir complètement le milieu en oxygène. Dans ces conditions, les substances toxiques ne cessent de s'accumuler; elles seront évacuées dans l'aquarium lors de la remise en marche du filtre, avec les conséquences néfastes que cela peut avoir. Voyons maintenant quelles sont les méthodes que nous pouvons employer pour parvenir à ces fins.

LES FILTRES BIOLOGIQUES SIMPLES

Pour commencer sachez qu'il existe des filtres internes et des filtres externes.

Les filtres internes se trouvent dans l'aquarium et ont l'avantage de ne pas requérir de tuyaux conduisant l'eau vers l'extérieur de l'aquarium ce qui pourrait ainsi provoquer quelques dégâts et certainement des conflits avec votre conjoint. Le nettoyage régulier de ce type de filtre représente une ingérence dans le bac car l'on est obligé de "barboter" dans l'aquarium. Les filtres externes à moteur (Aquarium Systems, Eheim, Project, etc.) peuvent facilement être placés sous ou derrière l'aquarium et il ne reste plus dans votre bac que le tuyau d'arrivée et de sortie qui ne sont guère gênants. Par rapport aux filtres internes, il y a également plus de volume disponible pour la masse filtrante. Pensez à acheter une marque sur laquelle les tuyaux peuvent être vissés ou fixés par des clips de façon à ce qu'ils ne puissent glisser. Malgré nombre d'avis contraires, les tuyaux sont en effet une partie "vivante" de votre aquarium car ils ont tendance à se libérer de leur attache dès que vous avez le dos tourné ! Cela peut tourner à la catastrophe si ce problème arrive durant votre absence, en particulier lorsque vous n'êtes pas chez vous. Des raccords à attaches rapides et des robinets vous faciliteront les travaux lorsque vous devrez nettoyer votre filtre. Le choix des masses filtrantes, offrant les conditions optimales pour la sédentarisation des bactéries dénitrifiantes que nous venons d'évoquer, ne fait aucune difficulté pour les filtres internes car ils sont livrés avec de très bonnes cartouches en mousse. Pour obtenir une masse filtrante biologique efficace dans le filtre externe, la règle générale consiste à placer en couche inférieure une ouate filtrante à structure grossière (environ 1/3 du volume du filtre) et par-dessus (1/3 du volume du filtre) de l'ouate fine ou une mousse filtrante et finir sur le dernier tiers avec un remplissage consistant soit en des petits cylindres en céramique, soit en de la lave concassée ou encore en des débris coralliens (un à deux centimètres de diamètre). Cette structure vaut pour les filtres dans lesquels l'eau circule du bas vers le haut. Dans le cas contraire, vous inverserez les masses. L'idéal, pour vous simplifier le travail de nettoyage du filtre, sera de placer les masses filtrantes dans un filet. Tous les autres matériaux filtrants, tels que la tourbe par exemple n'ont rien à faire dans un aquarium marin ! Au bout d'un certain temps, vous vous trouverez confronté à des situations dans lesquelles vous aurez besoin de charbon actif par exemple pour éliminer les substances colorantes présentes dans l'eau. Il suffira de les placer dans un petit filtre annexe ou l'intégrer dans votre filtre principal sous forme d'une fine couche en réduisant légèrement le volume des masses déjà installées. Il vous faudra aussi nettoyer régulièrement la masse filtrante de votre filtre. Vous constaterez que le nettoyage est nécessaire lorsque le flux d'eau sortant du filtre commence à diminuer et lorsqu'on nourrit beaucoup. Cela peut se faire très rapidement car ne l'oublions pas, à côté de son action biologique le filtre continue aussi son action mécanique et le colmatage finit par arriver tôt ou tard. Dans ce cas, sortez la masse filtrante du filtre et rincez-la sous l'eau tiède du robinet. En aucun cas vous n'utiliserez pour cette opération des produits détergents ! Ne nettoyez pas non plus le filtre trop soigneusement afin de préserver les bactéries utiles qui s'y trouvent. Il y a beaucoup plus de cas dans lesquels les filtres ont été nettoyés "à mort" que de cas dans lesquels ils ne le sont pas assez. Certains aquariophiles utilisent d'ailleurs deux filtres qu'ils nettoient à tour de rôle pour éviter la perte des bactéries indispensables à la transformation des déchets.

Toujours dans ce cadre, les aquariophiles avertis, pour réduire les coûts et améliorer le rendement se sont mis construire des décanteurs. Le principe de fonctionnement est identique à ce que nous venons d'étudier, à savoir une action mécanique et une action biologique. Simplement les masses filtrantes sont plus importantes. Là encore, nous trouverons les deux types : un modèle extérieur et un modèle intérieur ou intégré.

❖ Le filtre à décantation intérieur ou intégré

Ce filtre est intégré à l'aquarium : une cloison en verre ou en PVC sert de séparation. Des languettes de verre collées de part et d'autre des murs du filtre permettront de maintenir le substrat de filtration. Le passage de l'eau sera assurée par deux trous, diamétralement opposés, percés dans la cloison de séparation. L'un sera placé à hauteur de la surface de l'eau, l'autre à la

limite supérieure du substrat qui sert de sol. Les trous d'entrée devront avoir un diamètre minimal de 30mm afin d'assurer un approvisionnement correct en eau. La circulation de l'eau sera assurée soit par un exhausteur alimenté par de l'air, soit par une pompe immergée ou une pompe de brassage puissante telle la « Turbelle » de la firme TUNZE. Le filtre est divisé en trois compartiments : les deux parties externes verront arriver l'eau sale qui ensuite cheminera au travers de la mousse de polyester avant de rejoindre l'aquarium. Ce type de filtration présente en outre l'énorme avantage de pouvoir recevoir tous les accessoires inesthétiques tels le chauffage ou l'écumeur. Cette technique de filtration est excellente dans la mesure où elle offre aux bactéries une surface habitable plus que conséquente. Bien sûr la vitesse de passage de l'eau ne sera pas idéale pour tous les types de bactéries telles les dénitrifiantes qui au stade ultime réduisent les nitrates en azote gazeux et dont nous parlerons dans le chapitre réservé aux dénitrificateurs. C'est ce type de filtration qui est utilisé à l'Aquarium Tropical de Nancy où il donne entière satisfaction. C'est la méthode qu'utilisent également les Amis de l'Aquarium 1932 pour les aquariums de leur Marinarium, ainsi qu'une partie des membres de leur association. D'autre part la maintenance est facilitée dans la mesure où il suffit de retirer un pain de mousse sur les deux lors du nettoyage, sans pour autant perturber l'équilibre biologique de l'aquarium. Dernier détail : dans le cas où vous maintiendriez de petits poissons, il faudra prévoir une grille maillée en PVC pour occulter les entrées du filtre afin que les poissons ne puissent y pénétrer.

❖ Le filtre à décantation extérieur

En règle générale il s'agit d'un deuxième aquarium accolé au premier qui servira de filtre. Sa configuration sera identique à celle d'un filtre à décantation intégré sauf qu'il sera alimenté au moyen d'un siphon. Le débit sera généré par une pompe immergée (Eheim, Maxi-jet d'Aquarium Systems, etc.) ou par une pompe du type "toupie" (Turbelle de TUNZE, etc.). L'avantage de ce type de décanteur est qu'il ne prend aucune place dans votre aquarium. Par contre, il présente le risque de se désamorcer. Certains par prudence ont prévu deux siphons au cas où l'un des deux désamorcerait. Mais même avec cette sécurité il est arrivé (et plus souvent qu'on ne pourrait le croire) que les deux siphons se désamorcent. On diminue ce risque en faisant passer l'eau très rapidement à l'aide d'une pompe puissante, mais le calcul doit se faire avec précision car si le débit de la pompe est supérieur à la capacité de transfert du siphon on court des risques de débordement. Une dernière voie consiste à percer une des parois de l'aquarium (à l'arrière ou sur les cotés), d'y installer un tuyau d'écoulement dirigé vers la cuve de décantation qui sera alors placée sous l'aquarium. Cette solution a été adoptée par de nombreux aquariophiles ayant un bac récifal. Néanmoins, dans ce dernier cas les masses filtrantes sont la plupart du temps remplacées par une simple couche d'ouate régulièrement rincée, **la filtration biologique n'étant pas de mise pour ce type d'aquarium.**

LES FILTRES SOUS SUBSTRAT

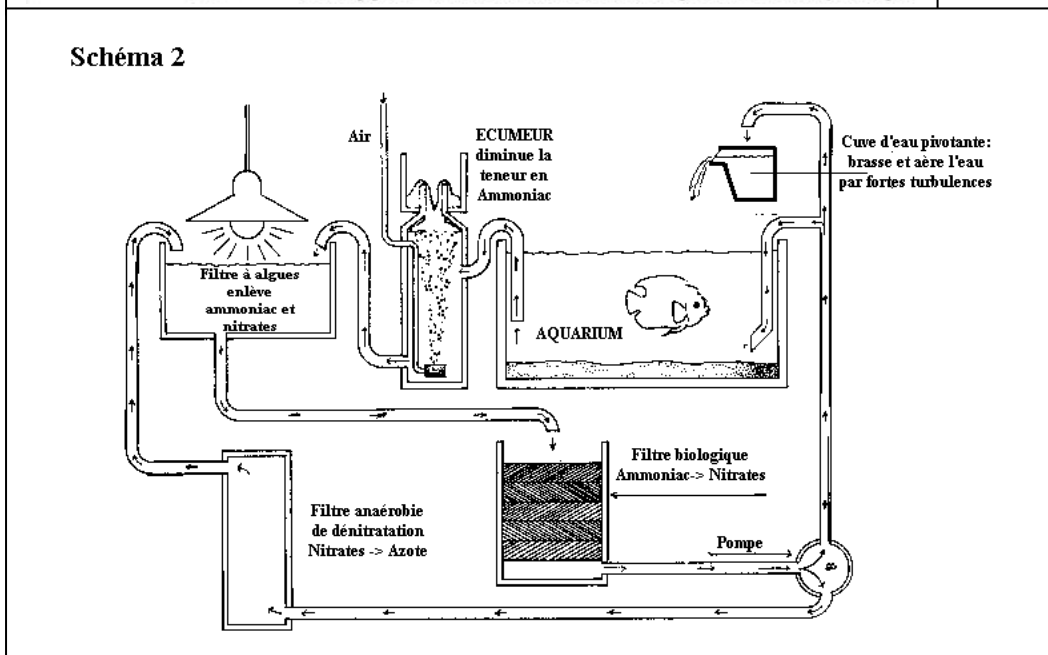
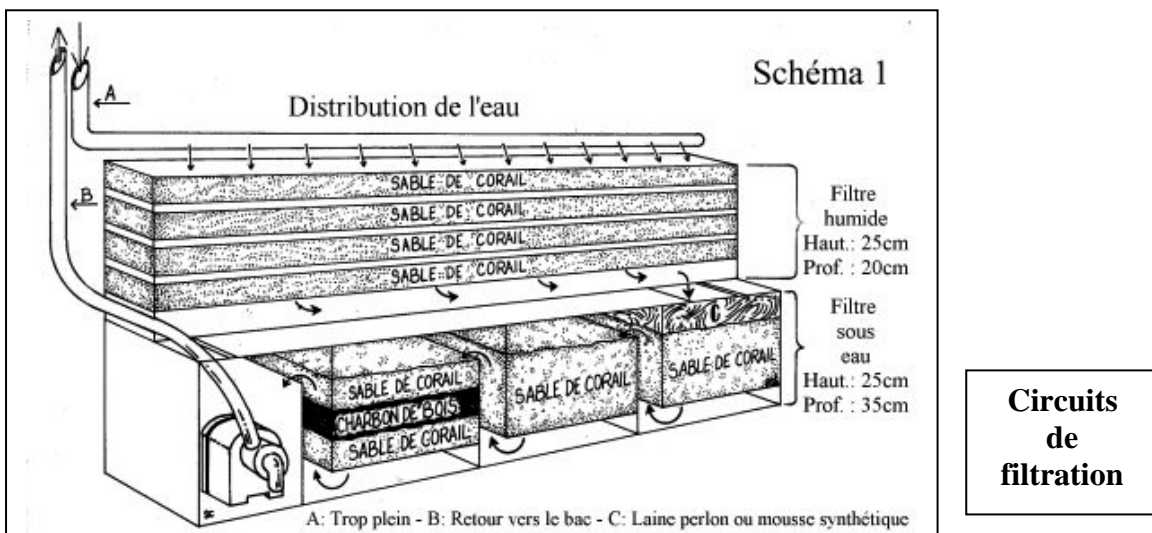
Cette technique ancienne n'est plus que rarement usitée de nos jours en aquariophilie marine. Elle a été supplantée par la filtration semi-humide que nous évoquerons plus loin. Le principe de la filtration sous sable repose sur le principe de tuyaux percés ou d'une plaque de fond élaborée en plastique neutre, qui est posée sur le fond du bac. Elle est recouverte par un substrat du genre gravier qui retient en fait les impuretés entre les interstices laissés libres par les différentes granulométries du substrat. Un exhausteur alimenté par un diffuseur ou une pompe de brassage créera le courant d'eau nécessaire à son fonctionnement. Si le filtre de fond a pour avantage d'être peu onéreux pour une bonne efficacité, il présente l'inconvénient de transformer les matières organiques qu'il piège, au lieu de les éliminer. Enfin le plus grand danger est constitué par le risque de voir les bactéries aérobies, si utiles, périr par manque d'oxygène en cas d'arrêt inopiné du filtre ou du colmatage progressif du substrat de filtration. La technique peut être améliorée en inversant le courant, c'est à dire en rejetant l'eau sous le substrat, de telle

manière à alimenter les bactéries aérobies présentes dans le substrat en oxygène dont elles sont avides. Cependant ce type de filtration ne constitue pas une filtration à proprement parler car elle suppose l'injection d'eau propre qui proviendra d'une source différente de filtration tels un filtre cuve ou un bac de décantation.

LES FILTRES SEMI-HUMIDES

Il s'agit d'un concept de filtration apparu aux Pays-Bas, qui commence à envahir les USA. Il s'agit du perfectionnement du système à décantation, plus particulièrement utilisé pour filtrer des bacs contenant des invertébrés. Le schéma joint vous permettra de comprendre aisément le fonctionnement d'un tel système. L'arrivée de l'eau se fait par l'intermédiaire d'un trop plein placé sur l'aquarium. Il est possible de remplacer une partie du sable de corail par de la mousse de polyester ou de l'ouate en perlon. Bien sûr il est possible de perfectionner ce système, le schéma présenté ne servant que de référence (Schéma 1). S'il convient à la majorité des bacs marins, il n'est pas contre pas adapté aux bacs récifaux contenant des madrépores à cause de l'usine à nitrates qu'il représente.

Au cours de ses lectures Jean-Jacques ECKERT a découvert un système dont le dessin suit. Son commentaire est sans appel: Il s'agit sans conteste de l'ensemble le plus élaboré et le plus perfectionné qu'il m'ait été donné de rencontrer. Il a été conçu par Julian SPRUNG qui collabore à l'Université de Floride». (voir schéma 2)



L'intérêt de ce système est d'utiliser les algues, grandes consommatrices de nitrates et de phosphates, comme moyen d'épuration. Mais n'oubliez surtout pas qu'il s'agit là d'une panacée car il ne faut pas se leurrer sur la puissance d'épuration de ces végétaux : 10 litres d'algues fraîches représentent près de 750 grammes d'algues sèches qui contiennent environ 30 grammes d'azote soit une proportion approximative de 4 %. Autrement dit, un litre d'algues fraîches peut absorber près de 3000 mg d'azote. Si la population de votre aquarium produit mensuellement de l'azote à raison de 50 mg par litre d'eau et que votre bac ait une capacité réelle de 500 litres il vous faudrait récolter entre 8 et 9 litres d'algues fraîches par mois pour épurer totalement l'eau de votre aquarium. Il s'agit donc plutôt d'un moyen complémentaire d'épuration mais possédant tous les avantages que les algues peuvent apporter à votre eau. Nous en reparlerons dans le chapitre consacré aux végétaux.

L'ECUMEUR

Au cours des années soixante un ingénieur aquariophile marin de Solingen en Allemagne eut l'idée simple mais non moins géniale "d'éliminer l'eau sale". Il avait observé que lorsque l'eau de mer était fortement chargée en matière organique il se formait très facilement une sorte d'écume au contact des bulles d'air qui sortaient de son diffuseur. Il décida de faire passer l'eau au travers d'un tuyau. Il laissait ensuite remonter un puissant courant de fines bulles d'air dans cette colonne d'eau puis récupérait ensuite dans un godet l'épaisse mousse qui se formait à la surface. Le principe de l'écumage était né !

Par la suite un bouillonnant spécialiste en chimie et technique aquariophile, Monsieur G. HÜCKSTED relia cet appareil à un réacteur d'ozone et conçut ainsi le premier écumeur à haute performance. Mais même sans le réacteur d'ozone qui reste un appareil délicat à manipuler pour l'aquariophile moyen, cet épurateur rend de grands services à ceux qui pratiquent l'aquariophilie récifale. L'utilité d'un tel appareil n'était pas toujours comprise par les novices, surtout lorsqu'ils étaient isolés, loin de toute vie associative où s'échangent les grands courants d'informations. Actuellement, il semble encore difficile de réaliser un jardin aquatique à population dense sans utiliser l'un de ces épurateurs performants. Il représente actuellement la base même de la méthode dite "berlinoise" qui équipe la plupart des bacs récifaux contenant des madrépores. L'avenir nous dira si le système "Jaubert" ou la filtration autotrophe sur souffre prendra suffisamment d'ampleur pour supplanter le système berlinois. Pourtant malgré ses qualités cet appareil a longtemps été considéré comme accessoire. La raison se trouve peut-être tout simplement dans ce petit texte paru en avril 1976 dans la revue AQUARAMA :

Dans leur article, "QUELQUES REFLEXIONS sur la filtration des bacs marins" messieurs J.A. SCHULZ et J.-J. STEIMER de l'Université de Strasbourg citaient une vérité fondamentale sur l'écumeur :

«ECUMAGE :

Cette application aquariologique des méthodes de séparation par flottation nous semble un des meilleurs accessoires techniques dont nous disposons. Son principal avantage sur les autres méthodes de filtration est de retirer réellement les déchets du circuit biochimique, alors que les filtres ne font que les stocker provisoirement à un niveau ou un autre du circuit. Il importe de le faire fonctionner efficacement et de ne pas le mettre dans l'aquarium simplement à titre décoratif. On constate malheureusement que la plupart des amateurs ont des écumeurs **mal réglés et mal nettoyés.** »

Suivent divers descriptifs d'appareils fonctionnant à l'époque. Dans ce paragraphe les auteurs concluaient :

«Pour les bacs de plus de 500 Litres nous conseillons les écumeurs à injection (par exemple Eheim ou Tunze). »

Pour une meilleure efficacité il faut placer l'écumeur ou son alimentation dans une zone à fort courant et l'eau devrait à son tour passer le plus rapidement possible dans celui-ci. En effet le rôle de l'écumeur est d'attaquer le mal à sa racine, c'est à dire l'élimination directe des substances protéiques. Si l'eau ne coule pas assez rapidement, les bactéries peuvent dégrader les substances organiques avant leur arrivée dans l'appareil et celui-ci ne fonctionnera donc pas à sa capacité optimale. L'idéal consiste à injecter rapidement l'eau dans l'écumeur à l'aide d'une pompe puissante, toutefois la taille des écumeurs vendus dans le commerce ne se prête généralement pas à ce genre d'opération. Il existe toutefois des écumeurs à injection (TUNZE par exemple) mais leur achat reste assez onéreux. Vous pouvez également bricoler un écumeur en PVC assez long (minimum 1 mètre) pour opérer dans le mode à injection. Pour améliorer le rendement d'un écumeur il est préférable de capter l'eau de surface car c'est là que se trouve le film d'aspect "gras" qui contient les protéines. Pour ce faire, certains aquariophiles ont percé près de la surface de l'eau un trou par lequel l'eau s'échappe au travers d'un tuyau vers une cuve située sous l'aquarium. L'écumeur est placé à cet endroit puisque c'est justement l'eau de surface qui s'écoule vers la cuve inférieure qui doit être épurée.

Le prix est également un frein et ces appareils restent malheureusement relativement onéreux. De plus le volume d'épuration mentionné par les fabricants est d'ordre général. Pour des bacs récifaux très peuplés, il est préférable de diviser les valeurs par 2. Cette réalité économique a poussé certains passionnés aux doigts habiles à bricoler leurs propres "machines". Certains "bricolages maison" ont un rendement très efficace et peut-être passerez-vous aussi votre temps à construire votre propre écumeur pour meubler le temps quand vous n'aurez pas envie d'admirer votre aquarium. Un écumeur dans les bas récifaux de "type berlinois" remplace quasiment tous les autres systèmes d'épuration. Le filtre, s'il y en a un, est réduit à sa plus simple expression : juste un peu d'ouate en perlon pour capter les substances les plus grossières et qui est nettoyé ou remplacé le plus fréquemment possible pour éviter toute transformation bactérienne menant à l'accumulation des nitrates. Dans des bacs très peuplés, où l'on nourrit généreusement on peut compléter le système par la mise en route d'un dénitrificateur sur soufre. Mais attention, comme nous le verrons par la suite, il faudra aussi en cas d'importants apports en nourriture surveiller le taux de phosphates.

LES DÉNITRIFICATEURS

L'apparition d'une forte teneur en nitrites alors que l'on se trouve déjà en présence d'une forte concentration en nitrates est souvent décrite dans la littérature comme une "transformation inverse subite" des nitrates en nitrites voire en ammoniac. Ceci arrive cependant rarement dans un aquarium et surtout pas s'il est bien équilibré. Pour cette raison nous vous conseillons de respecter les règles que nous vous fixons (chapitres consacrés aux techniques d'épuration). De toute façon, le meilleur moyen de ne pas avoir à affronter ce genre de problèmes est de maintenir le taux de nitrates à un niveau raisonnable. Le phénomène de "réduction inverse" fait partie du processus biologique naturel de dénitrification, donc une des voies de l'élimination des nitrates : certaines bactéries sont en mesure, en l'absence d'oxygène, d'absorber et de transformer l'oxygène fixé, présent dans la molécule de nitrates ce qui produit ensuite de l'azote gazeux qui s'échappe dans l'atmosphère. Ce processus est connu depuis longtemps des différentes entreprises qui s'occupent de l'épuration des déchets. Grâce à des aquariophiles ingénieux, il est maintenant possible de transposer cette méthode dans les techniques aquariophiles. Toutefois, dans les systèmes actuels, on ne peut exclure le risque d'une intoxication secondaire aux nitrites par la décomposition de fortes quantités de nitrates et l'on devra respecter scrupuleusement les "règles du jeu". Pour conclure, il est utile de rappeler qu'une telle dégradation des nitrates se produit à différents degrés dans la plupart des aquariums. Le substrat ou de petites zones de vase qui s'accumulent au fond l'aquarium peuvent générer des zones sans oxygène (sans le moindre risque pour les poissons) et abriter des bactéries dénitrifiantes (elles sont présentes dans tous les aquariums) qui dégradent alors les nitrates. C'est le principe des "roches vivantes" et du "système JAUBERT". Cela fonctionne alors d'autant mieux que l'on ne pratique pas trop

fréquemment "le grand nettoyage" au cours duquel on enlève soigneusement toutes ces particules qui reposent sur le substrat mais où l'on retourne aussi le sol en libérant toutes sortes de substances toxiques tels les phosphates que nous traiterons par la suite. C'est pourquoi les aquariums **avec substrat** contenant une dose "saine de saleté" fonctionnent mieux que les aquariums trop souvent nettoyés. Maintenant, si vous optez dans le cas d'un **aquarium récifal** de type berlinois contenant peu, voir aucun substrat, il sera préférable de siphonner régulièrement le fond de l'aquarium pour éliminer tous les déchets. Simplement il vous faudra opter pour l'une ou l'autre solution dans ce domaine bien spécialisé de l'aquariophilie marine. Nous avons vu que les deux sortes de méthodes sont pratiquées avec succès, **mais attention pas de mélange de systèmes et respect complet des règles du jeu.**

Le phénomène de "réduction inverse" a donné l'idée à des aquariophiles ingénieux de développer de nouvelles méthodes d'élimination des nitrates, les DENITRATEURS. Il en existe deux types que nous allons maintenant étudier.

❖ La dénitrification hétérotrophe

Ce genre d'appareil est proposé par diverses firmes, mais comme il est relativement simple à bricoler nous vous en exposons rapidement les principes d'utilisation :

On fait passer très lentement d'eau de l'aquarium à l'intérieur d'une cuve opaque équipée de plusieurs chambres remplies de substrat neutre afin de créer le milieu anaérobie où pourront vivre les bactéries chargées du travail de la dénitrification. Contrairement à ce qui se passe dans le dénitrificateur autotrophe que nous étudierons juste après, les bactéries qui colonisent ce type de dénitrificateur ont besoin "d'énergie" pour effectuer la transformation. Celles-ci devront être alimentées avec des glucides. Certains aquariophiles utilisent de l'alcool (en Allemagne, nous avons même vu employer le terme de "Wodkafilter"). La firme Sera propose pour ses dénitrificateurs des pastilles spéciales appelées Bio-nips. Ce genre de dénitrification est assez délicat à manipuler car il s'agit de trouver la vitesse idéale pour le passage de l'eau ainsi que la quantité de nourriture à distribuer aux bactéries. En effet les données peuvent varier d'un bac à l'autre (rapport entre les volumes d'eau à traiter, la quantité de nitrates dissous et le volume du dénitrificateur). Pour cette raison nombre d'aquariophiles désirent s'équiper avec ce genre de filtre préfèrent la deuxième méthode que nous allons étudier.

❖ La dénitrification autotrophe

La dénitrification autotrophe qui est actuellement la formule la plus pratique d'utilisation dans ce domaine a été développée par Marc LANGOUET qui a durant un certain temps assuré la direction technique et scientifique de l'Aquarium de St Malo. Nous lui laissons la parole :

« Je tiens à préciser que j'utilise depuis 1996 du soufre en bille de diamètre moyen 3,5 mm commercialisé par SESOL à St-Herblain. Cette présentation est beaucoup plus facile à utiliser que de partir de soufre en barre et de le concasser au marteau. La quantité de soufre à utiliser est fonction du taux initial de nitrates lors de la mise en route et de la quantité de nourriture apportée. Je considère qu'un volume de soufre égal à 1% du volume total de l'eau à traiter est suffisant lorsque le taux initial de nitrates est inférieur à 50 mg/l (NO_3^-). Le débit d'eau qui peut traverser la colonne de soufre dépend du taux de nitrate de l'eau à traiter : plus il y a de nitrates plus le débit en entrée doit être faible faute de quoi vous retrouverez une partie des nitrates en sortie de colonne. Vous pouvez tabler pour le démarrage sur un ordre de grandeur d'UN litre par heure et par litre de soufre dans la colonne. Vous ajusterez ensuite de la façon suivante :

- Pour un débit trop faible vous aurez une odeur d'œuf pourri en sortie de colonne due à une production d'hydrogène sulfureux (H_2S) ce qui arrivera rarement et pour des débits vraiment très faibles.
- Pour un débit trop fort vous détecterez des nitrites ou des nitrates dans l'eau de sortie alors que bien réglé vous pouvez obtenir 0 mg/l de nitrate en sortie.

Toutefois l'expérience montre que le système est très tolérant quant au réglage du débit, débit qui pourra aller jusqu'à cinq litres/H par litre de soufre.

- L'eau envoyée sur la colonne peut provenir d'une dérivation du filtre aérobique ou directement du bac. La colonne doit permettre l'échappement de l'azote produit : pour cette raison une circulation d'eau verticale de bas en haut me paraît préférable avec réglage du débit en entrée de colonne et non en sortie. La sortie de colonne peut être ouverte à l'air libre.

L'eau sortant de la colonne de soufre peut-être très acide mais selon mes expériences un dégazage de cette eau (par exemple par injection d'air à l'aide d'un diffuseur) permet de retrouver un pH proche de celui d'entrée. L'acidité de cette eau est donc au moins en grande partie liée à la présence de gaz carbonique, d'où l'idée d'utiliser cette eau pour réaliser un réacteur à calcaire en la faisant passer dans une seconde (voire même une troisième) colonne identique en taille à celle contenant le soufre mais cette fois remplie de maërl ou de sable corallien de faible granulométrie (le même sable que celui que vous utilisez pour garnir le fond de votre bac). Cette eau contient également des sulfates en quantité légèrement supérieure au taux en entrée mais il n'a été jamais observé de conséquence en 7 ans d'expérimentation même sur des bacs ne subissant aucun changement d'eau pendant des années. Le taux de soufre présent dans l'eau de mer naturelle est de près de 900 mg/l; ce soufre est présent sous forme de sulfate (SO_4^{2-}) soit environ 2,65 g/l de sulfates, quantité qui à elle seule peut expliquer que l'apport du système en sulfate sera sans conséquence notable.

LE PRINCIPE DU SYSTEME JAUBERT

Ce principe fonctionne pour tous les aquariums quelle que soit leur taille. Vous commencez par placer une grille en plastique à mailles fines environ deux ou trois centimètres au-dessus de toute la surface du fond de votre aquarium et sur laquelle vous répartirez une couche de sable calcaire (sable corallien, maërl, etc.) sur une épaisseur moyenne de cinq à huit centimètres. Ce faisant, vous créez une couche d'eau confinée au fond de votre bac. Le maillage de la grille doit évidemment être suffisamment fin pour ne pas laisser passer le sable qui la recouvrira. Si le grillage n'est pas suffisamment rigide vous pouvez placer entre les cales et le grillage fin, un autre grillage plus résistant pour renforcer l'ensemble. L'objectif de cette opération est de créer une isolation suffisamment importante entre l'eau de votre aquarium et la couche d'eau confinée au fond du bac. L'eau confinée doit rester dans l'obscurité pour optimiser la dénitrification. L'épaisseur de sable n'a pas besoin d'être régulière et peut varier entre 8 et 15 centimètres. En revanche, il est impératif d'éviter des vides entre l'eau de l'aquarium et l'eau confinée du fond. Un tel trou peut être évité en plaçant une seconde grille pour diviser la couche de sable en deux parties bien distinctes. Ainsi si les habitants du bac font quelque remue-ménage vous aurez la garantie de conserver une couche minimale de sable. Pour peaufiner vous pouvez aussi mettre du sable calcaire à grosse granulométrie en première couche, le second grillage, puis une couche de sable calcaire fin. Vous éviterez ainsi que des animaux fouissant le sol ne dérangent régulièrement le substrat isolant. Pour ensemercer le sable vous introduirez quelques roches vivantes, celles que vous récolterez sur le bord de nos mers conviendront parfaitement car les petits organismes qui les colonisent s'adaptent parfaitement à la température des bacs tropicaux. Marc Langouet, qui est aussi l'initiateur des dénitrificateurs autotrophes sur soufre l'utilise avec succès sur tous ses aquariums. Il a l'avantage de ne pas demander un investissement financier trop important car vous pouvez vous passer de tout autre système d'épuration. Il a néanmoins ses limites car selon les informations communiquées par le professeur Jaubert, la surface du sol, ne doit pas être recouverte sur plus de 25% par les éléments du décor (roches, coraux, etc.).

LES RESINES

Pour épurer les substances dissoutes dans l'eau certaines firmes ont développé l'utilisation de résines spéciales permettant d'échanger les ions. Le principe consiste à utiliser des résines spécifiques pour fixer diverses substances (acides humiques, nitrates et autres protéines colloïdales, etc.) en les absorbant. Leur usage est délicat et nous croyons devoir les déconseiller : en effet, un grand nombre d'entre elles libèrent des phénols qui, s'additionnant aux phénols déjà présents dans l'aquarium, pourraient devenir dangereux pour les espèces sensibles (nos invertébrés mais aussi certains poissons). Si dans le futur on peut synthétiser des résines qui ne libèrent plus de substances toxiques tout en ayant l'avantage de pouvoir être régénérées, cela constituera certes un grand progrès. Néanmoins il faudra aussi baisser le coût afin qu'elles puissent être jetables lorsqu'elles sont saturées. Pourquoi les jeter, alors qu'on peut les régénérer... La réponse est simple : la régénération est longue et fastidieuse. Celles qui captent les nitrates doivent être régénérées à la soude caustique, puis rincées avec de l'eau permutée jusqu'à ce que le pH atteigne de nouveau un taux acceptable lorsque l'eau de mer passe au travers. Si ce type de résines a l'avantage en complément de la capture des nitrates et des acides humiques, de stabiliser également le pH sur une longue durée, les observations de certains aquariophiles nous relatent que ces résines sont également susceptibles de relâcher tout ou partie de ce qu'elles ont emmagasiné lorsqu'elles sont saturées. Prudence donc ! Personnellement nous préconiserons donc plutôt les solutions classiques (écumeur, Système Jaubert ou encore dénitrificateur autotrophe), surtout lorsque l'on possède un magnifique bac récifal.

LE FILTRE A DIATOMÉES

Au début des années 70, des fabricants ont développé pour les aquariophiles un nouveau système de filtre que nous allons vous présenter succinctement. Les filtres à diatomées sont basés sur l'utilisation de ces organismes comme matière filtrante. Les diatomées possèdent une coque de silice qui ne se décompose pas après la mort. Le plancton marin se compose en grande partie de diatomées dont les coques se déposent continuellement sur le fond des océans. Leur accumulation au cours des siècles a donné naissance à des couches parfois fort épaisses. Ce sont ces coquilles de diatomées que l'on utilise. En les entassant, on forme une couche à porosité extrêmement fine, car les coques se recouvrent l'une sur l'autre. Seuls leurs minuscules pores permettent le passage de l'eau tout en la filtrant. Le diamètre de ces pores est inférieur à 0,001 mm retenant ainsi les plus petites particules. Mais pour forcer le passage de l'eau à travers une telle matière, ces filtres sont actionnés par une pompe rotative très puissante.

Quelle est l'utilité d'un tel filtre ? Il s'agit en fait d'un "super filtre mécanique" qui ne peut en aucun cas se substituer aux filtres biologiques classiques. Son utilité est de retenir les plus fines particules qui se trouvent dans l'eau et de la rendre parfaitement limpide. Comme il retient tous les détritiques en suspension, il a l'inconvénient de se colmater assez rapidement (presque quotidiennement). Et il faudra renouveler entièrement la couche de diatomées. Son emploi devra être limité à des emplois bien particuliers comme le traitement des maladies. Comme ce type de filtre a la faculté de retenir les différents stades de reproduction de certains parasites épidermiques tels que *Oodinium* et *Cryptocaryon*, on peut par exemple, obtenir la guérison de poissons atteints par ces parasites. Mais pour être sûr d'obtenir la guérison, il faut alors que le filtre fonctionne pendant plusieurs jours de façon constante, ce qui implique le renouvellement fréquent des couches de diatomées.

LA STERILISATION DE L'EAU

Dans ce domaine nous sommes plutôt en présence d'un complément de filtration. La stérilisation peut se faire en premier lieu au moyen d'un gaz : l'ozone ou super-oxygène. Cette technique fait intervenir l'ozone dans la filtration. La production d'ozone est assurée en faisant passer de l'air entre les champs d'électrodes portées à haute tension. Sous l'effet des décharges électriques, une partie de l'air est transformée en ozone (O₃). Ces appareils sont appelés des ozoniseurs. Comme l'ozone à partir de certaines concentrations est dangereux et même toxique

pour les animaux, il est indispensable de faire en sorte que le contact eau - ozone ait lieu en dehors de l'aquarium. Ceci est rendu possible par l'utilisation d'un tube de contact, encore appelé tube réacteur (on peut également l'adjoindre à un écumeur), en utilisant le principe du contre-courant : l'eau coule en sens opposé au courant créé par l'air chargé d'ozone. De ce fait la durée du contact entre l'ozone et l'eau est prolongée et celui-ci s'effectue de façon plus intense. Ce moyen étant délicat à manipuler, voire dangereux pour l'être humain s'il est mal dosé, nous ne le recommanderons pas. Il est à réserver aux aquariophiles chevronnés car il met en jeu une autre notion qui est celle de potentiel Redox ou potentiel d'oxydoréduction. Par contre, moins délicats à utiliser, vous pouvez opter pour les rayons ultraviolets émis par des tubes germicides placés dans une gaine de protection. Ces rayons ayant une longueur d'onde particulièrement faible (type UVC, longueur d'onde de 253,7 nanomètres) ont pour effet de détruire de nombreuses bactéries dites pathogènes et ainsi de réduire sensiblement les risques de maladies bactériennes. En aucun cas les U.V. ne sont nuisibles pour les bactéries nitrifiantes car ces dernières se trouvent soit dans le sol soit dans les matériaux de filtration et rarement en pleine eau. Les U.V. ne détruisent ni les Copépodes, ni les Ciliés ; ils n'ont donc pas d'effets sur des maladies telles *Ichthyophthirius*, *Brooklynella*, *Trichodina* ou *Cryptocaryon*. L'eau qui traversera l'installation germicide devra être filtrée au préalable. Pour un maximum d'efficacité le débit devra être réduit, aux environs de 200l/h (mais là encore cela dépendra du modèle que vous utilisez et il vaut mieux suivre à la lettre le mode d'emploi pour une efficacité maximale), tandis que sa température optimale de rendement se situe aux alentours de 40°C. Des lampes de 15 watts suffisent pour des bacs compris entre 500 et 700 litres ; entre 700 et 1500 litres il faudra choisir des tubes de 30 watts. Une lampe U.V. sous tension ne doit jamais être manipulée sans sa gaine de protection en verre ou tout autre matériau opaque imperméable aux rayons U.V. Afin de ne pas perturber l'équilibre biologique du bac équipé d'une stérilisation au moyen d'un rayonnement germicide, ce dernier doit fonctionner 24 heures sur 24. Une stérilisation U.V. ne sera mise en route que lorsque l'aquarium sera bien établi. Néanmoins, à moins de reproduire et d'élever des poissons, nous ne connaissons que peu d'aquariophiles qui se servent de la stérilisation et ceux qui ne s'en servent pas ont généralement un bac qui fonctionne parfaitement lorsqu'ils appliquent les règles que nous vous conseillons.

Nous terminons ainsi le grand chapitre consacré à l'épuration de l'eau. Tous les systèmes se valent à condition d'en respecter intégralement les règles et de vous en servir de façon appropriée. Ainsi, pour un bac récifal contenant des madrépores, il est préférable de ne pas utiliser les filtres biologiques, mais plutôt la "méthode berlinoise" ou encore le "système Jaubert". Encore une fois nous vous rappelons qu'il faut éviter les mélanges de méthodes car dans ce domaine **le mieux est effectivement l'ennemi du bien.**

LE BRASSAGE

En plus d'un système d'épuration adéquat votre aquarium marin nécessitera un brassage important de l'eau, tant au niveau de la surface qu'en profondeur. En effet, les échanges gazeux s'effectuent en surface, donc plus celle-ci sera agitée, plus le bac sera oxygéné et plus le gaz carbonique pourra s'échapper. C'est pourquoi l'utilisation des diffuseurs sera réservée d'une part à l'écumeur, d'autre part aux compartiments du filtre à décantation (si vous avez opté pour cette formule). L'air qu'ils y diffuseront bénéficiera aux bactéries aérobies qui colonisent les matériaux de filtration. A notre avis il faut proscrire les diffuseurs dans les aquariums mêmes, car ils sont à la fois inesthétiques, avec ce chapelet de bulles cheminant vers la surface, et dangereux pour certains poissons tels les Hippocampes, susceptibles de les avaler puis de succomber. La puissance des pompes de brassage dépendra du volume et du type d'aquarium et nous vous conseillons de vous reporter au chapitre traitant des équipements minimaux à envisager en fonction du type d'aquarium marin que vous désirez installer.

LE CHAUFFAGE

La majorité des poissons et des invertébrés est originaire des pays tropicaux et sauf si vous optez pour un bac de type méditerranéen ou d'eau froide, il vous faudra un chauffage pour votre aquarium. En maintenant une température de 23 - 26 °C vous donnerez à vos protégés les bonnes conditions de vie. Les animaleries proposent toutes sortes de chauffages pour aquariums. Nous vous recommandons un combiné tube chauffant avec thermostat (autrement dit un "chauffe-eau"). Ces chauffages sont relativement bon marché et équipés d'un thermostat intégré qui maintient constante la température programmée. Vous contrôlerez la température à l'aide d'un thermomètre d'aquarium. En général, on peut dire qu'il faut 0,5 watts par litre d'eau pour un aquarium situé dans une pièce normalement chauffée. Mais par contre en été vous risquez même un problème de surchauffe causé par certains types d'éclairage et il faudra veiller à ne pas dépasser la température fatidique de 29 degrés mortelle pour de nombreux invertébrés (tels les madrépores). On trouve également des câbles chauffants qui sont installés sous l'aquarium et qui sont sensés mieux répartir la chaleur. Ces systèmes de chauffage sont comparativement chers mais répartissent bien la chaleur. Ils doivent impérativement être reliés à un thermostat. Ils ont cependant un grave inconvénient : **en cas de panne, il sera difficile voire impossible à remplacer**. Pensez aussi à acheter un bon thermomètre pour bien surveiller la température, croyez le un tel accessoire ne sera pas inutile.

INSTALLATION DU CHAUFFAGE ET DES POMPES DE BRASSAGE.

Installez les appareils de telle façon qu'ils soient dissimulés par les éléments de décoration tels que roches et végétaux. Après cette phase vous pourrez mettre en marche le chauffage et les pompes de brassage en respectant bien sûr les modes d'emploi de chaque fabricant. Mettez toujours une crépine devant vos pompes, car il est toujours désolant de perdre des animaux, voire la pompe elle-même lorsque des animaux sont aspirés et bloquent le système.

L'ÉCLAIRAGE

L'éclairage ne sert pas seulement à éclairer les habitants de l'aquarium, il sert aussi à donner l'énergie vitale indispensable aux végétaux et aux invertébrés hébergeant des zooxanthelles afin qu'ils puissent se développer dans toute leur splendeur. En compensation, les végétaux apportent ainsi à votre petit monde sous-marin l'oxygène vital. Une bonne animalerie vous proposera toujours des éclairages d'aquarium variés sous forme de lampes individuelles ou des couvercles complets. Ces derniers sont parfaits pour quiconque n'aime pas bricoler. Elles sont cependant assez onéreuses. Avant de nous préoccuper plus avant des besoins lumineux de nos animaux nous vous livrons tout d'abord quelques réflexions fondamentales sur le phénomène de la lumière. Généralement, nous entendons par lumière blanche, la "lumière visible" du rayonnement solaire que peut percevoir l'œil humain. Cette partie comprend les longueurs d'ondes allant de 390 à 760 nm (nanomètres). Elle est délimitée à ses extrêmes perceptibles par les infrarouges d'une part et les ultraviolets d'autre part. Vous avez peut-être étudié ce phénomène au cours de votre scolarité, lorsque votre professeur de physique faisait passer de la lumière blanche par un prisme : à sa sortie, elle se décomposait dans les différentes couleurs de l'arc-en-ciel. Ce spectre va du violet jusqu'au rouge foncé en passant par le bleu, le vert, le jaune et l'orange. Toujours durant votre scolarité, au cours de dessin vous aurez certainement appris la différence entre les couleurs dites chaudes (rouge, orange, jaune) et les couleurs froides (bleu, vert, violet). Vous avez certainement aussi remarqué que c'est à l'aurore et à l'aube (quand il fait beau) que le ciel nous dévoile ses magnifiques teintes rouges. En fait, la "teinte des couleurs" est plus chaude qu'au reste de la journée où elle donne l'impression d'être plus froide, plus bleutée. En physique ce phénomène est qualifié de température lumineuse qui est exprimée en Kelvin (K). Plus l'impression lumineuse est chaude, plus la température lumineuse est basse, plus l'impression est froide (bleutée) plus la température lumineuse est élevée. Au cours de la journée,

celle-ci varie entre 2500 K (lever et coucher du soleil) et 5000 K (midi). Nous voyons les couleurs d'un objet que nous regardons selon les couleurs contenues dans le spectre lumineux qui éclaire l'objet. A la lumière du jour, qui contient de façon égale toutes les couleurs du spectre, les objets apparaissent dans toute leur beauté naturelle. La température lumineuse ne joue alors aucun rôle. Par contre dans l'eau les couleurs chaudes pénètrent moins profondément que les couleurs froides. En ce n'est pas sans raison qu'à une certaine profondeur les plongeurs parlent mystérieusement du "grand bleu". Si vous éclairez avec une source lumineuse qui ne couvre pas la totalité du spectre lumineux, comme par exemple les lampes HQL ou des lampes halogènes simples, vos animaux n'auront pas les conditions qu'ils trouvent dans la nature et auxquelles ils se sont adaptés durant des millénaires. C'est pour cela que l'on vous propose dans le commerce spécialisé pour les aquariums récifaux un éclairage qui titre entre 5600 et 10000 K qui correspond au mieux à ce qui se passe dans les océans si l'on tient compte des phénomènes de réfraction et de pénétration de la lumière dans l'eau.

La référence pour tous les indices d'éclairage se fait évidemment à partir de la lumière du soleil sur la terre (tout le monde n'étant pas forcément concerné par nos problèmes d'aquariophiles). Celle-ci dispose du meilleur indice de reproduction des couleurs. Pour les raisons que nous avons évoquées, les sources lumineuses destinées aux aquariums devront donc avoir un indice de reproduction des couleurs aussi élevé que possible.

Les différentes couleurs du spectre n'ont pas seulement une influence sur la photosynthèse mais aussi sur la morphologie et la couleur de certaines algues et de certains invertébrés. Ainsi une même espèce de corail selon qu'elle pousse à faible profondeur, où elle aura une forme ramassée présentera à plus grande profondeur une morphologie en forme d'assiette pour mieux capter la lumière. Certaines espèces très héliophiles comme *Acropora robusta*, *A. glauca*, *A. valenciennesi*, *A. dendrum*, *A. cytherea*, *A. hyacinthus*, *A. spicifera*, *A. latistella* etc. évoluent en forme de plateau même à faible profondeur.

Dans les bacs récifaux l'une des principales préoccupations des aquariophiles est constituée par les algues primaires toujours indésirables qui colonisent le milieu très rapidement. La règle principale a déjà été évoquée dans le chapitre réservé à l'emplacement des aquariums : placez votre bac le plus loin possible de toute lumière du jour directe. Les responsables de l'aquarium de Düsseldorf en ont fait l'amère expérience : après avoir fait construire des dômes laissant pénétrer la lumière du soleil, pensant ainsi profiter au maximum de l'éclairage zénithal; ils ont dû recouvrir ces dômes d'une peinture bleue pour en éviter les effets indésirables.

A moins que vous n'ayez opté pour un bac uniquement peuplé de poissons, nous vous recommandons un éclairage avec plusieurs tubes fluorescents ou encore les lampes à halogénures. Des tubes fluorescents ou ampoules présentant un spectre complet avec reproduction des couleurs optimisée par un indice de reproduction des couleurs de bonne qualité sont les tubes fluorescents diffusant le spectre complet, les ampoules à halogénures et les ampoules HQL. Ils nous permettent d'admirer nos animaux dans leurs couleurs naturelles. Néanmoins de ces trois sources d'éclairage toutes n'ont pas la même qualité et pour les animaux très sensibles comme un grand nombre de madrépores, les binitiers et certains coraux dits "mous", il est préférable de faire un choix parmi les sources qui diffusent un spectre allant de 5000 à 10000 Kelvin. Ces trois types permettent une bonne photosynthèse par un spectre lumineux proche voir semblable à celui du soleil. Si par raison d'économie et **si vous ne désirez pas maintenir des espèces dites "sensibles" telles que de nombreux madrépores**, vous pourrez vous contenter dans un premier temps d'ampoules à halogénures. Ces dernières communément dénommées «lampes hallogènes» sont vendus à faible prix dans la plupart des grandes surfaces pour usage domestique ou pour éclairer les jardins. Quoiqu'en disent certains détracteurs de la méthode (qu'ils n'ont probablement jamais utilisée), la possibilité d'utiliser des ampoules à halogénures puissantes (500 watts) combinées avec des tubes diffusant une lumière bleue permet la maintenance de nombreuses espèces. "Cataplasme" diront certains, mais quand on pense à l'investissement que représente l'aquarium au départ, cela reste une méthode que l'on

peut envisager puisque l'investissement est très faible (le coût de l'énergie moins) et qu'on peut jeter voire utiliser pour autre chose le jour où l'on se décide à passer à la vitesse supérieure (ampoules HQI). Les tubes fluorescents bleus (Supra actiniques, Moonlight, JBL SOLAR Marin, etc.) favorisent la croissance des coraux par renforcement de cette couleur qui est particulièrement appréciée des zooxanthelles. Ils conviennent bien pour l'éclairage des aquariums marins lorsqu'ils sont utilisés en complément d'autres sources lumineuses (y compris les ampoules HQI) et permettent même dans ce cas d'atteindre des températures de plus de 6000 Kelvin. Dans le cas où vous n'utiliserez qu'une combinaison de tubes fluorescents, placez les tubes les plus "chauds" à l'avant et les plus "froids" à l'arrière. Cela augmentera l'impression de profondeur. Par contre, le résultat n'est pas aussi intéressant si vous combinez vos tubes bleus avec des ampoules HQI.

CAS DES BACS RÉCIFAUX CONTENANT DES MADRÉPORES

Bien entendu ce sont les ampoules HQI de type daylight qui conviennent le mieux pour les bacs récifaux contenant des madrépores délicats. Ces dernières se trouvent de plus en plus facilement dans le commerce, mais restent encore relativement onéreuses. Elles vous offrent cependant le meilleur ratio lumière - coût énergétique. En effet, dans le domaine du "récifal", pour la lumière, on peut exceptionnellement appliquer le principe "plus il y en a, mieux c'est". Nous avons aussi vu plusieurs fois des bacs contenant des madrépores moins "gourmands en lumière", parfaitement viables, uniquement éclairés avec des tubes fluorescents. Si vous optez pour cette "formule légère", achetez de préférence des tubes "lumière du jour" que vous complétez avec des tubes bleus. Dans ce cas, pour les bacs récifaux, il faudra cependant recouvrir toute la surface de l'aquarium et améliorer la diffusion de la lumière avec de bons réflecteurs, ce qui rendra gênant vos travaux et la distribution de nourriture. Si vous en avez les moyens, préférez des ampoules HQI éventuellement complétées par des tubes bleus. Evitez, même si on vous les recommande pour "améliorer les couleurs", les tubes donnant une lumière plus ou moins rose (par exemple GroLux) et qui enveloppent votre monde sous-marin de couleurs roses artificielles. La couleur rose dans l'aquarium, peut être considérée comme une affaire de goût, en revanche certaines observations semblent indiquer que ce type d'éclairage accélère la croissance des algues indésirables et c'est justement ce que nous voulons éviter dans nos aquariums. De plus, parmi les tubes fluorescents, ce sont aussi les lampes lumière du jour (Daylight) qui apportent le plus de lumière par rapport à l'énergie consommée. Pour compléter la qualité du "blanc de jour" il est préférable d'utiliser des tubes qui diffusent une lumière "bleue" tels que les tubes supra-actiniques, voire le "moonlight". En ce qui concerne la durée d'éclairage, on peut dire que la majorité des végétaux marins et les invertébrés hébergeant des zooxanthelles poussent le mieux si l'on se base sur la durée de luminosité d'une journée tropicale. Sous les tropiques, le jour dure environ 12 heures et la nuit aussi. Mais sous l'eau, en raison du faible angle avec lequel les rayons touchent l'eau le matin et le soir, on "convertira" la journée à 8 à 10 heures environ. C'est pourquoi, nous vous recommandons d'éclairer l'aquarium pendant 10 heures, au maximum 12 en fonction du type d'éclairage que vous allez utiliser.

DUREE DE L'ECLAIRAGE

La durée journalière d'éclairage est d'environ 12 heures dans les pays tropicaux d'où sont originaires nos animaux et végétaux. Afin d'avoir un cycle régulier, il est préférable de brancher l'éclairage sur une horloge prévue à cet effet. Vous éviterez ainsi de stresser inutilement vos animaux. Programmez votre minuterie de façon à ce que vos poissons soient encore éveillés si vous voulez les observer le soir par exemple commencez à éclairer à 11 heures et éteignez à 22 heures. Si comme nous le recommandons vous possédez plusieurs sources lumineuses (daylight, que ce soit sous forme de tubes ou d'ampoules HQI et complétée de tubes bleus) vous pourrez les brancher sur des horloges séparées. Voici une combinaison intéressante pour les bacs contenant des invertébrés hébergeant des zooxanthelles :

11h00 à 23h00 : tube(s) Supra-actiniques
11h30 à 22h00 : tube(s) de type Moonlight
12h00 à 21h00 : Daylight (tubes ou HQI-D)

La durée du "Daylight" pourra être augmentée ou baissée selon le besoin des animaux ou l'apparition d'algues inférieures indésirables.

Certains aquariophiles récifaux très passionnés et désirant profiter au maximum des couleurs chatoyantes des coraux ont même poussé le vice pour imiter au mieux la nature de programmer ce genre d'horaires avec des ampoules HQI allant de 250 à 400 voire 1000 watts. Le résultat est garanti. Heureusement d'ailleurs car un tel investissement demande une réelle passion.

Changement des sources lumineuses :

Bien que tous les tubes fluorescents et les ampoules HQI aient une longue durée de vie (2-3 ans pour certaines), nous vous conseillons dans l'intérêt de vos coraux de les changer **au bout d'un an**, car vers la fin de la durée de vie la puissance lumineuse diminue et le spectre se modifie. Vos invertébrés héliophiles seraient confrontés à d'inutiles problèmes d'adaptation en cas de changement tardif.

REMARQUE IMPORTANTE

Les lampes HQI dégagent beaucoup de rayons ultraviolets qui brûlent dangereusement vos animaux (mais aussi les aquariophiles). Si vous bricolez vous-même votre éclairage, pensez aussi à équiper vos ampoules d'une vitre de protection lorsque les ampoules ne disposent pas elles-mêmes d'un bulbe de protection.

Un aquarium marin ne peut fonctionner correctement sans un minimum d'équipement. Naturellement selon le type d'aquarium marin que vous désirez posséder, il faudra choisir votre matériel en conséquence. Pour un même type d'aquarium vous remarquerez différentes solutions qui fonctionnent chez les aquariophiles et nous vous conseillons d'en parler avec les amis expérimentés que vous avez dans votre association. Néanmoins les quelques lignes qui vont suivre vous donneront une idée de ce qui se fait et évidemment de l'investissement qui en découlera.

MINIMUM DE CONDITIONS ET D'EQUIPEMENTS A PREVOIR SELON LE TYPE D'AQUARIUM QUE VOUS DESIREZ INSTALLER

Aquarium réservé aux poissons avec ou sans végétation

❖ Pompes de brassage :

2 à 3 fois le volume du bac

❖ Éclairage :

- **Pour les poissons :** tubes fluorescents simples
- **Pour les algues :** combinaison de différents types de tubes fluorescents selon les espèces

❖ Épuration de l'eau :

- Filtration de type biologique avec renouvellement de 10 % de l'eau mensuellement :
- circulation d'eau sous substrat ou filtres à ruissellement
- soit écumeur avec cuve de filtration

La puissance et le volume des masses filtrantes seront adaptés à la taille de l'aquarium.



Aquarium avec végétation, poissons et invertébrés peu exigeants

❖ Pompes de brassage : au minimum 5 fois le volume du bac

❖ **Éclairage :**

- Combinaison de différents types de tubes fluorescents selon les espèces
- Combinaison de lampes à halogénures avec tubes fluorescents bleus

❖ **Épuration de l'eau :**

Filtration de type biologique avec renouvellement de 10 % de l'eau mensuellement :

- Circulation d'eau sous substrat
- Filtre à ruissellement

L'ensemble sera complété au minimum par un écumeur avec cuve de filtration, la puissance et volume de la masse filtrante seront adaptés à la taille de l'aquarium.



**Aquarium de type récifal
avec un peuplement dominant en alcyonaires (coraux dits "mous")
et autres anthozoaires hébergeant des zooxanthelles**

❖ **Pompes de brassage :** au minimum 10 fois le volume du bac

❖ **Éclairage :**

- Pour les espèces pas trop exigeantes, combinaison de lampes à halogénures avec tubes fluorescents bleus
- Pour les espèces plus exigeantes, combinaison de différents types de tubes fluorescents selon les espèces sur toute la surface avec adjonction de réflecteurs.
- Ampoules HQI ou tubes VHO complétés de tubes fluorescents bleus

L'éclairage basé sur les ampoules HQI représente l'investissement le plus important, mais offre la meilleure qualité que l'on peut avoir actuellement.

❖ **Épuration de l'eau :**

- Écumage de qualité
 - écumeurs à contre courant
 - écumeurs à injection

Ou

- le système dit de "sable vivant" également appelé "**système Jaubert**".
- Renouvellement de 5 - 10 % de l'eau mensuellement
- Petites masses filtrantes à base de charbon de haute qualité (sans phosphates) pour élimination des phénols et autres substances colorantes.



**Aquarium récifal
avec un peuplement dominant en madréporaires
(coraux dits "durs")**

❖ **Pompes de brassage :** Au minimum 10 fois le volume du bac avec pompes fonctionnant en alternance (horloges ou power-timer et dérivés).

❖ **Éclairage :**

- HQI jusqu'à 250 watts de 5000 à 10 000 Kelvin ou tubes VHO pour une hauteur d'eau inférieure à 50 cm
- HQI de 400 à 1000 watts de 5000 à 10 000 Kelvin pour des hauteurs d'eau supérieures à 60cm et l'exigence de certaines espèces.
- Dans les 2 cas envisagez un complément de tubes fluorescents bleus.

❖ **Épuration de l'eau :**

- Écumage très performant basé sur le contre courant ou l'injection.
Il est préférable de doubler la puissance conseillée par les fabricants, surtout si l'on veut maintenir les espèces délicates qui sont aussi le plus souvent les plus colorées lorsqu'il s'agit des coraux à petits polypes Au-delà de 800 litres on peut envisager des écumeurs de 150 à 200 cm de haut alimentés par des compresseurs d'air.

ou/et

- Dénitrificateur anaérobie sur soufre
(Éventuellement les deux avec un écumeur moins performant)

ou encore

- Le "système Jaubert"

pensez aussi aux

- Changement mensuel de 5 - 10 % de l'eau. Certains s'en passent, mais dans ce cas ils sont obligés de rajouter régulièrement des oligo-éléments pour compléter leur taux..
- Petites masses filtrantes (charbon et résines de haute qualité pour élimination des phénols, phosphates, etc.).

❖ **Autres équipements ou interventions**

- Osmoseur si votre eau de conduite contient trop de nitrates

❖ **Pour la croissance des animaux nécessitant ces rajouts :**

- soit rajout de chaux hydroxyde dissoute dans de l'eau de bonne qualité
- soit un réacteur à calcaire (inutile si l'on utilise un dénitrificateur anaérobie sur soufre)
- soit un réacteur à calcium
ou mieux encore les deux types de réacteurs
- complément d'iode et de strontium et éventuellement d'oligo-éléments

❖ **Facultatif mais utile dans de nombreux cas :**

- Osmolateur ou dérivé pour complément régulier de l'eau évaporée. Peut se brancher avant le réacteur à calcium si l'on complète avec de l'eau osmosée
- Groupe réfrigérant pour les fortes chaleurs estivales.

MISE EN PLACE DU SUBSTRAT

Le substrat le plus adéquat est de type calcaire (sable de corail, maërl, coquilles d'huîtres concassées voire un mélange à base des substrats précités). Si vous utilisez du substrat déjà lavé acheté en animalerie, vous vous épargnerez partiellement le fastidieux travail du nettoyage car il vous suffira de le rincer une ou deux fois pour éliminer les fines poussières et autres particules toujours présentes.

L'épaisseur du substrat dépendra du type de bac et du système de filtration que vous avez :

❖ **Couche mince ou aucun substrat :**

Aquarium récifal " système berlinois" et aquariums équipés de bacs à décantation.

❖ **Couches épaisses :**

Bac récifal avec "système JAUBERT" et aquariums équipés de filtres sous substrat.

Le substrat de l'aquarium répondra à différentes fonctions : il est à la fois le substrat nourricier (dans le cas d'une filtration biologique sous substrat), le point d'ancrage des végétaux et le "plancher sous le ventre des poissons".

LES ÉLÉMENTS DU DÉCOR

Lorsque vous aurez réparti le substrat sur le fond du bac, vous pouvez disposer les éléments du décor tels que roches et coraux. N'utilisez qu'un seul type de roches et ne faites pas un désert de rochers sauf si vous comptez y faire pousser des algues ou implanter des anthozoaires (anémones de mer, coraux mous ou dans le cas d'un bac récifal, des madrépores). Les roches et les coraux morts seront disposés sur le sol ou légèrement enterrés. Il est impératif, pour recréer des parois rocheuses de n'utiliser que des roches neutres ou du moins non toxiques en présence d'eau salée. Les roches calcaires constituent en fait le matériau idéal pour les bacs marins. Les décors en polystyrène expansé, sculptés puis résinés sont également d'un usage très intéressant. Néanmoins ces derniers ne conviennent pas pour les bacs récifaux à cause des phénols qu'ils peuvent dégager et intoxiquer ainsi vos coraux. Profitez aussi des films et des livres présentant des vues sous-marines pour vous inspirer dans l'élaboration de votre décor. Pensez toujours à consolider vos roches afin d'éviter des éboulements qui pourraient écraser vos animaux ou encore briser une vitre de votre aquarium.

Pour l'esthétique, nous voudrions surtout porter votre attention sur ces points :

Votre aquarium a pour vocation d'avoir un jour un aspect aussi naturel que possible et surtout de devenir un petit biotope aquatique fonctionnant de façon naturelle. C'est pourquoi, vous devriez, dès le début, éviter les éléments de décoration à l'aspect artificiel tels que les plongeurs en plastique, épaves ou pire des reproductions d'animaux et de végétaux en matières synthétiques telles que céramique, plastique, etc. . Les conditions dans lesquelles devront vivre vos animaux sont beaucoup plus importantes que des créations artistiques et décoratives éclatantes, même si elles amusent vos enfants (scaphandriers et bénédictins qui lâchent régulièrement des bulles ou pire encore les sous-marins et les soucoupes volantes qui montent et descendent dans l'aquarium). Cela ne signifie pas pour autant que vous deviez renoncer à l'esthétique et à la beauté comme vous le constaterez en poursuivant la lecture de cet article. En effet, si on voulait reconstituer, dans un aquarium, de façon parfaitement conforme à la nature le cadre de vie de vos animaux (quels qu'ils soient), l'aspect en serait plutôt monotone. En revanche, ce qui est important, c'est que les fonctions remplies par ce cadre de vie soient également présentes dans l'aquarium. Un conseil de base, il ne faut par exemple pas faire vivre des poissons aimant se cacher dans des cavités dans un aquarium dépouillé. Édifiez quelques cachettes pour les poissons et dissimulez autant que possible les appareils que vous avez installés (comme le chauffage ou les pompes) avec des matériaux de décoration naturels tels que quelques roches ou squelettes de coraux achetés dans une animalerie. Il faut cependant que ces appareils puissent fonctionner sans problèmes et que le filtre (si vous avez opté pour cette solution) puisse être nettoyé sans difficulté lorsque cela est nécessaire. N'utilisez que des matériaux ne transmettant aucune substance toxique à l'eau. L'achat dans une bonne animalerie vous le garantira. Avant de les utiliser, rincez abondamment toutes les roches sous l'eau courante et si nécessaire brossez-les. Si vous avez peur dans le cas de roches vivantes d'introduire des

"indésirables" tels que les planaires ou des anémones du genre *Aiptasia* ou encore *Anemonia majano*, il est parfaitement inutile de les faire bouillir. Ce fastidieux travail qui ne sert strictement à rien car il vous suffit de les laisser quelques jours sous le soleil.

LES VÉGÉTAUX

Les végétaux présentent pour l'aquariophile un intérêt majeur : leur capacité à effectuer une "**Photosynthèse**" en utilisant l'énergie lumineuse, de l'eau et du gaz carbonique par absorption, elles produisent des glucides qui constituent l'un des éléments essentiels à leur survie. L'intérêt, est que par cette opération, ils fournissent aux animaux un élément vital : l'oxygène. Sans elles, il est plus que probable que le monde animal tel que nous le connaissons n'aurait jamais existé. Il est vrai que dans les fosses du Pacifique, dans des endroits où s'écoule de la lave en permanence un monde animal s'est créé sans que les végétaux et leur photosynthèse n'y soient pour quelque chose car il s'est développé grâce à des bactéries qui sont capables de retirer l'oxygène du soufre. Mais il s'agit là d'une situation exceptionnelle qui, sauf pour les dénitrificateurs autotrophes, ne nous concerne pas en tant qu'aquariophiles. Pour en revenir aux végétaux, ces derniers utilisent la chlorophylle, (qui leur donne cet aspect vert) pour effectuer la dite "Photosynthèse". Mais sans lumière, pas de photosynthèse. Donc pour offrir à vos végétaux (et vos animaux qui en dépendent directement par la présence des Zooxanthelles) vous devrez choisir la meilleure qualité d'éclairage possible et pour cela avoir des sources lumineuses dont le spectre se rapproche le plus près possible de la lumière solaire. Ainsi, si vos végétaux «fonctionnent de manière optimale ils participeront d'autant mieux à l'épuration de votre eau en lui soutirant nitrates et phosphates. Accessoirement ils serviront aussi de nourriture à vos pensionnaires végétariens, bien que toutes les algues ne soient pas toujours prisées par ces animaux. Les algues supérieures favorisent également le milieu ambiant et vous permettent de réduire les maladies en sécrétant des substances proches des antibiotiques. Donc un certain nombre d'avantages dont il serait bête de ne pas profiter. Elles ont mauvaise presse chez les aquariophiles possédant des bacs récifaux car elles ont pour la plupart une propension à vouloir tout coloniser, ce qui est évidemment gênant lorsque l'on veut maintenir le plus grand nombre de madrépores possibles. Mais rien ne vous empêche dans ce cas de créer une cuve annexe reliée au circuit de votre aquarium, où vous pourrez maintenir ces végétaux. La chlorophylle n'est pas la seule composante qui permet la vie des végétaux. Certains ont développé des systèmes de pigments différents, plus ou moins complexes, adaptés les uns aux autres et qui agissent en synergie avec la chlorophylle. Au cours de leur évolution, les végétaux ont donc développé ce système complexe de pigments aux conditions lumineuses présentes, c'est-à-dire à la lumière du soleil, mais aussi de son incidence en fonction du milieu ambiant. C'est pour cela que dans les océans, en fonction de la profondeur vous trouverez des espèces différentes. Mais une même espèce en fonction de la profondeur peut développer des morphologies différentes pour s'adapter à la luminosité ambiante. Cela compte également pour les invertébrés hébergeant des zooxanthelles. Pour mieux vous aider à comprendre ces besoins veuillez vous reporter au chapitre consacré à l'éclairage. En aquariophilie marine nous ne sommes que peu intéressés par le problème des plantes (Posidonies, Zostères, etc.). Par contre les algues, sont pour nous aquariophiles marins, d'un grand intérêt tant en bien qu'en mal (hélas !). Dans notre domaine particulier, nous serons concernés par quatre types d'algues :

- les algues supérieures
- les algues calcaires
- les zooxanthelles
- les algues inférieures (primitives)

Globalement, les algues font la même photosynthèse que les plantes supérieures : elles disposent de pigments supplémentaires qui leur permettent d'utiliser l'ensemble du spectre lumineux. Ce système de pigments est cependant beaucoup plus simple et leur permet de s'adapter plus facilement et très rapidement aux variations du spectre lumineux. Les algues

inférieures ou primaires ont encore de meilleures facultés d'adaptation tant au niveau de la luminosité que celui des conditions physico-chimiques de l'eau. Si par exemple un aquarium éclairé avec une lumière ne couvrant pas tout le spectre de la lumière du jour, (par exemple avec des lampes à incandescence, ou des HQL, etc.) les algues qui sont les plus intéressantes pour nous auront plus de difficultés à s'adapter que les algues primaires. Cela est également vrai pour les invertébrés hébergeant des zooxanthelles. Par contre les algues primaires, grâce à leur très grande faculté d'adaptation, beaucoup plus rapides prendront le dessus et vous gêneront le plaisir d'être un aquariophile. Si en revanche l'aquarium est éclairé par une lumière couvrant au mieux le spectre de la lumière du jour et si vous offrez à votre faune et flore des conditions optimales de maintien, c'est vous qui gagnerez car jusqu'à nouvel ordre dans la nature, sous de bonnes conditions ce sont les végétaux et les animaux que vous désirez conserver qui ont fait leur place au soleil (dans le domaine de l'éclairage c'est bien le moins qu'on puisse dire !).

Dans les cas qui nous concernent, tout dépendra du type d'aquarium marin que vous désirerez entretenir :

❖ Les bacs à poissons et les bacs communautaires pourront être plantés avec quasiment toutes les algues supérieures. Bien sûr n'espérez pas avoir une jungle sous-marine si vous maintenez en nombre, des poissons végétariens.

❖ Les bacs récifaux sont très particuliers et dans ce domaine seules les algues calcaires telles les espèces de *Lithothamnion* (généralement de couleur violette) et de *Lithophyllum* (généralement de couleur blanche à rose), sont recherchées. Bien sûr les zooxanthelles vivant dans les anthozoaires et certains mollusques seront présentes dans votre bac. Mais il s'agit là d'un phénomène particulier puisqu'il s'agit de phénomène d'endo-symbiose (c'est à dire la symbiose la plus étroite qui puisse exister entre deux êtres vivants). Dans un bac récifal où les algues ont tendance à coloniser beaucoup plus rapidement le milieu que la faune et la flore qui nous intéressent, elles ne sont évidemment pas de mise. Toutefois comme nous l'avons déjà évoqué, pour profiter des bienfaits des algues, vous pourrez toujours les cultiver dans une cuve annexe qui sera reliée à votre circuit d'eau.

INTÉGRATION DES ANIMAUX

Un nouvel aquarium, demande plusieurs semaines de mûrissement et les plus avisés des aquariophiles attendent deux à trois mois avant d'introduire des animaux. Afin de faciliter le démarrage de l'activité des bactéries dénitrifiantes, vous pouvez apporter un complément de bactéries utiles par l'implantation de roches vivantes ou des roches et du substrat provenant d'un aquarium fonctionnant depuis plusieurs mois. Vous pourrez réduire alors cette attente à 4 - 8 semaines. Entre temps, vous pouvez néanmoins introduire des algues pour compléter la "vaccination" de l'eau.

En règle générale, il est préférable d'introduire 1 ou 2 poissons et d'attendre une à deux semaines. Si tout se passe bien vous pourrez ensuite introduire la population définitive en respectant dans votre choix les relations inter et intraspécifiques.

ENTRETIEN ET ACCESSOIRES DIVERS

Un aquarium peut être considéré comme un petit écosystème soumis aux mêmes lois que les écosystèmes naturels. Toutefois, en raison de la réduction extrême du milieu et de la densité très élevée d'animaux, un nombre plus ou moins important de processus biochimiques peuvent devenir prédominants et déséquilibrer le petit jardin aquatique que vous aurez créé. C'est pour quoi, vous devrez évidemment intervenir pour maintenir son équilibre fragile si vous voulez conserver ses occupants en bonne santé. Pour cela, il est bien entendu indispensable de connaître avec précision la concentration de certaines substances déterminantes pour les processus chimiques ayant lieu dans l'eau. Les tests vendus par diverses firmes sont plus ou moins fiables. Mais ne vous en offusquez pas, car les tests très précis prévus pour les laboratoires d'analyse de

l'eau ne seront probablement pas à la portée de toutes les bourses et il vous faudra donc, comme on dit couramment "faire avec". En utilisant les tests proposés "en doublon" vous aurez déjà une bonne approche de la situation et si vous avez un doute prenez le test d'une troisième firme. Vous arriverez comme les "anciens" à remédier aux déséquilibres. L'observation régulière de vos occupants, vous donnera également un complément d'aperçu et petit à petit avec de la persévérance vous finirez par avoir "les doigts bleus".

En attendant voici votre "CHECK LIST", vos obligations et quelques petits "trucs" qui si vous en tenez compte, vous rendront la vie plus facile.

Changements d'eau

Aucune méthode d'élimination des déchets, quelle qu'elle soit, ne saurait remplacer totalement le renouvellement partiel de l'eau. Un renouvellement partiel régulier permet également de diluer un grand nombre de substances indésirables qui ne sont cependant pas encore mesurables avec les tests disponibles. Il vous permettra aussi d'ajouter de façon naturelle les éléments qui s'épuisent petit à petit et qui sont néanmoins indispensables à la vie de vos animaux.

Pour entretenir votre petit monde sous-marin, vous aurez besoin de quelques ustensiles pratiques qui vous faciliteront le travail.

❖ Le nettoyage du fond de votre aquarium

- un seau propre, uniquement utilisé pour les travaux touchant l'aquarium et interdit pour toute autre tâche ménagère !
- un tuyau d'aspiration de 1,5 à 2 m de long et de 15 - 20 mm de diamètre. Il vous permettra de faire couler l'eau de l'aquarium dans le seau lors du renouvellement de l'eau. Nous avons fait l'expérience qu'il peut parfois être utile de fixer une cloche en plastique au bout du tuyau du côté de l'aspiration. Des sets spéciaux munis d'un mécanisme d'aspiration permettent de faire couler, pratiquement d'elle-même, l'eau dans le seau sans devoir au préalable l'aspirer avec la bouche, ce qui est parfois désagréable surtout quand il s'agit d'eau salée.

❖ Le nettoyage des vitres

Rien n'est plus désagréable que les vitres qui se recouvrent d'algues et empêchent la vision de votre aquarium. Pour ce faire, les commerçants vous proposent divers accessoires, : lames de raclage, aimants, gants spéciaux. Les lames sont très efficaces. Les aimants doivent être achetés en fonction de l'épaisseur des vitres de votre aquarium car rien n'est plus désagréable que de devoir plonger sans arrêt les bras dans l'aquarium lorsque la plaquette se décolle et tombe au fond de votre bac. De plus vous risquez, si vous ne faites pas attention de rayer vos vitres si des particules dures restent fixées à la plaquette de nettoyage interne. Les aimants les plus efficaces (pour des vitres d'une épaisseur de plus de 12mm) sont proposés par la firme TUNZE, mais ils ont malheureusement l'inconvénient d'être très chers. Enfin, nous déconseillons l'usage de gants spéciaux, non qu'ils soient toxiques mais parce que vous courrez le risque de heurter et casser vos coraux lorsque vous faites de vigoureux mouvements avec votre bras.

❖ Capture des poissons

Il est parfois nécessaire de sortir un poisson du bac, soit parce qu'il est agressif envers ses congénères, soit que vous ayez fait un mauvais choix et qu'il s'attaque à vos invertébrés. Certaines personnes vous suggéreront d'utiliser une épuisette. C'est à la rigueur valable pour capturer des poissons malades (et encore !). Vous avez certainement remarqué que dans un aquarium de vente, généralement sans décor, cela pose déjà quelques problèmes à votre

revendeur. Alors que dire d'un aquarium d'appartement ! Si ce dernier est de plus un bac récifal vous risquerez au mieux de reproduire l'équivalent d'un cyclone sur les récifs, voire pire.... On n'ose même pas y penser ! ! !. Les fabricants ont pensé à vous et ont confectionné des pièges spéciaux pour poissons, mais comme les bricoleurs sont tout aussi astucieux, il est facile d'en constituer un soi-même. D'ailleurs une simple nasse en plastique peut suffire. Avant de fermer la trappe du piège, il est cependant préférable de laisser les poissons s'habituer à sa présence. Ce n'est qu'au bout de quelques jours, quand le poisson dévorera tranquillement la nourriture déposée en appât que vous pourrez vous risquer à le capturer.

❖ **Autres accessoires :**

- Des pinces en matériau neutre sont également très utiles pour ramasser tout ce qui tombe au fond du bac surtout si vous possédez de magnifiques coraux branchus qui risquent d'être cassés lorsque vous les heurtez en mettant votre bras dans l'eau.
- Une balance pour peser le sel que vous allez utiliser lors de vos changements d'eau.

SOINS ET PRECAUTIONS A PRENDRE

avant de partir en vacances ou en week-end prolongé

❖ **Une semaine avant**, pensez à faire tous les tests que vous faites plus ou moins régulièrement. Ce n'est pas la veille de votre départ que vous pourrez modifier quoi que ce soit si quelque chose cloche. Vérifiez également votre matériel tels que pompes de brassages, aérateurs, etc.

❖ **Deux ou trois jours avant**, vous penserez à nettoyer votre écumeur, vos filtres, etc. et vous vérifierez également que rien ne colmate ou ne risque de colmater votre circuit d'eau. Vérifiez également que toutes vos tuyauteries sont bien fixées (filtres, réacteurs, dénitrificateurs, etc.). Même les sorties d'eau à faible débit peuvent vider un aquarium en moins de deux jours.

❖ **Les vérifications faites, ne touchez plus à rien jusqu'à votre retour.**

❖ **Nourriture des animaux.** Si vous êtes partisan de la nourriture congelée, prenez soin de préparer les doses voulues pour la personne qui s'occupera de cette besogne durant votre absence.

❖ **Au secours !** Si cette personne n'est pas un aquariophile marin expérimenté (ce qui est généralement le cas lorsque l'on confie ses clefs à un voisin serviable), laissez-lui votre numéro de téléphone et aussi celui d'un ami sûr et compétent (vous en trouverez certainement un au sein de votre association). Ce n'est pas à 1000 km de distance que l'on peut rentrer rapidement pour régler les problèmes graves qui pourraient survenir.

Bibliographie

L'aquarium récifal Vol 1 et 2 par J. SPRUNG et J. C.DEELBECK

L'aquariophilie récifale pour débutant par D. KNOP

Lettres Récifales : magazine édité par l'association **Récif France**

13 rue Louis Pasteur 67114 ESCHAU 03.88.64.31.81

Internet : <http://www.recif-france.fr>

Lettres Récifales : Quelques thèmes intéressants complétant ce traité

VEGETAUX

NB 01.07 La maintenance des plantes marines J. TULLOCK

JARDINAGE

Jardinage:Notions de culture, JEANGELE le jardinier

Les biotopes, JEANGELE le jardinier

ASTUCES ET BRICOLAGE

- 04.15 Plastique contre silicone, Claude HUG
04.17 Charbon actif et phosphates, Claude HUG
14.19 OsmoHall, Thierry TRINEL 14.19 Erratum OSMOHALL
09.27 Bac flottant d'isolement et d'élevage, F. BEELAERT
10.15 Un piège à crabes qui marche!, Jacques GACON
10.19 Le piège à poissons, Francis BEELAERT
12.11 Construction d'un écumeur en verre collé J.-P. LEMOINE
12.15 Les Diffuseurs en bois, J.-M. LAPOIRIE
13.25 Réacteur antiphosphate, antinitrate à calcaire, Pierre ZMIRO
14.13 Le maître des vagues, F. BEELAERT, R.. FOURNIER

TECHNIQUE

- 00.07 C'est pourtant facile de ne pas se tromper,
01.03 La vérité sur les sources lumineuses, S. FOURNIER
00.07 L'Aquarium marin pratique, BIRGEL &ROCHEL
02.03 La salinité de l'eau, Jean-Claude RINGWALD
02.07 J'ai essayé le nouveau densimètre Tropic Marin, C. HUG
01.15 L'Aquarium marin pratique, BIRGEL GOMMENGINGER &ROCHEL
02.09 L'Aquarium marin pratique II, Didier BIRGEL
03.09 L'aquarium marin pratique III, Didier BIRGEL
05.07 La climatisation: Le Seaclim, Claude HUG
05.15 Procédés personnels, J.- P.LEMOINE & J.-P. LORENTZ
09.03 Synthèse de filtration de systèmes de filtration dits naturels, J.-Philippe BEAUJARD
10.03 Augmentation des phosphates, Kalkwasser et réacteurs à calcaire, Rudolf HÜSTER
11.03 Écumer, un peu , beaucoup, beaucoup trop, F. POIRAUD-LAMBERT
11.07 Écumeur ETS 800, Christophe BERTHIER
11.11 L'écumeur, fabrication maison, Daniel KOHLER
12.03 Le point sur la dénitrification autotrophe sur soufre, Marc LANGOUET
12.07 Importance et rôle du « Kalkwasser » dans l'aquariophilie récifale moderne, D. BROCKMANN
16.11 Protection des aquariophiles contre les dangers d'électrocution, Jean-Pierre DUMAS
NB 01.06 Des embouts étanches pour tubes fluorescents 25mm Ph. OSTERMEIER
15.09 Système de filtration WM Kombi, Peter WILKENS
17.01 Réalisation de conditions de brassage biologiquement efficaces, Axel TUNZE
17.17 A propos des phosphates, Torsten LUTHER, Ernst PAWLOWSKY
NB 02.02 L'Ozone Luc KIM
NB 03.04 Chauffer son aquarium Jean-Jacques ECKERT
18.07 La biodénitrification sur soufre en aquarium marin Marc LANGOUET
18.15 A propos des phosphates, le rôle du phosphore, Torsten LUTHER, Ernst PAWLOWSKY

PORTRAITS

- 00.12 L'Aquarium récifal d'un "débutant", M. STAEBLER
03.17 Faire construire son aquarium, F.POIRAUD-LAMBERT
07.11 A. GRIMONET, J.- C. ALBERTI, B. THELLIEZ
08.05 Bernard ROCHEL
13.17 L'aquarium marin en général, mon aquarium en particulier, Marcel STAEBLER
15.11 Portrait: une intéressante visite chez Joseph MULLER
15.15 Portrait: mon dernier aquarium, Peter WILKENS
16.19 Portrait de mon bac, Régis DOUTRES

DIVERS

- 08.12 Destruction des algues filamenteuses, Leo GESSERT
14.03 Les nitrates, Rudolf HÜSTER
14.07 Kalkwasser, Peter WILKENS
14.09 Ivraie et parasites Reinhard REDEL
10.07 Addition de calcium dans un bac marin, L. GESSER